EXPOSÉ DES TITRES

ET DES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. L. RANVIER

PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE A. LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

1885

SECTION PREMIÈRE

FONCTIONS ET ENSEIGNEMENT

M. Ranvier a été nommé interne des hôpitaux en 1860, préparateur du cours de médecine au Collège de France en 1867, directeur adjoint du laboratoire d'histologie de l'École pratique des hautes études au Collège de France en 1872, directeur de ce laboratoire en 1875 et la même année professeur d'anatomie générale au Collège de France.

Depuis cette époque, il s'est consacré entièrement aux recherches que nécessite son enseignement et, après les avoir exposées dans ses cours publics, il en a fait l'objet de publications spéciales.

SECTION II

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

M. Ranvier a été nommé membre de la Société anatomique en 1864;

Membre de la Société de biologie en 1865 ;

Membre de la Société suédoise de médecine en 1875;

Membre de la Société royale de médecine de Budapest en 1876;

Membre correspondant de l'Académie des sciences de Bologne en 1877 ;

Membre correspondant de la Société des naturalistes de l'Université impériale de Kazan en 1877 ;

Membre honoraire de la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles en 1878 ;

Membre correspondant de l'Académie royale de médecine de Belgique en 1879 ;

Membre honoraire de la Société royale de microscopie de Londres en 1879 ;

Membre correspondant de l'Académie médico-chirurgicale espagnole en 1882;

Membre honoraire de la Société belge de microscopie en 1882 ;

Docteur (*honoris causâ*) de l'Université de Wurzbourg en 1882 ;

Membre honoraire de l'Académie royale de médecine de Turin en 1883 ;

Membre correspondant de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg en 1883 ;

Membre honoraire de la Société des médecins russes de Saint-Pétersbourg en 1883.

SECTION III

EXPOSÉ SOMMAIRE DES TRAVAUX DE M. RANVIER

L'Histologie, science sur laquelle ont porté principalement les recherches de M. Ranvier, a été fondée par Bichat sous le nom d'*Anatomie générale;* elle comprend l'étude des éléments, des tissus et des systèmes qui composent l'organisme. On peut étudier un système organique, le système nerveux ou musculaire par exemple, chez un seul animal dans divers départements de son corps ou chez les animaux de différents groupes de la série. C'est ainsi que l'Histologie se rattache en même temps à l'Anatomie et à la Zoologie. M. Ranvier s'est occupé de la plupart des systèmes organiques.

Dans l'exposé de ses travaux, l'auteur s'est appliqué à dégager les faits trouvés par lui de toute conception théorique ou doctrinale.

SYSTÈME NERVEUX

Le système nerveux, à cause de son importance, a été l'objet des investigations d'un grand nombre d'histologistes.

Parmi les organes dont il se compose, les plus simples sont les nerfs qui sont chargés de transmettre les incitations motrices et les impressions sensitives. On savait que ces organes sont formés de fibres nerveuses qui chez presque tous les vertébrés sont de deux espèces : les fibres à myéline, tubes nerveux proprement dits, et les fibres sans myéline, fibres organiques ou fibres de Remak.

Tubes nerveux. — Avant les recherches de M. Ranvier, on croyait que la myéline était retenue autour des fibres nerveuses par une membrane régulièrement cylindrique et continue, membrane de Schwann. On y avait aperçu des noyaux, mais on n'en connaissait ni le nombre ni la situation; aussi M. Schiff avait-il pu dire avec quelque vraisemblance que les nombreux noyaux que l'on observe dans les fibres nerveuses du segment périphérique d'un nerf sectionné n'étaient autres que les noyaux habituels de ces fibres, rendus apparents par la disparition de la myéline. M. Ranvier (8) (9) (2) a montré que les tubes nerveux ne sont pas régulièrement cylindriques; qu'à des distances à peu près égales (1 millimètre en moyenne chez les mammifères), il y existe des étranglements en forme d'anneau, *étranglements annulaires* de l'auteur; qu'au niveau de chaque étranglement la gaîne médullaire est interrompue, et qu'à peu près à égale distance de deux étranglements, au milieu du *segment interannulaire*, il se trouve un noyau compris dans une masse de protoplasma située immédiatement au-dessous de la membrane de Schwann. Chaque segment interannulaire représente donc un élément cellulaire pouvant acquérir une longueur de 1 millimètre. Chez certains vertébrés, les plagiostomes par exemple, cette longueur est beaucoup plus considérable. Les segments interannulaires des tubes nerveux des animaux de cet ordre peuvent atteindre 7 millimètres; ils représentent donc des cellules colossales. Il y a en général un rapport direct entre le diamètre des tubes nerveux et la longueur des segments. Chez la torpille

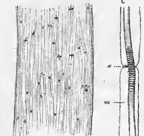
marbrée (*T. marmorata*), les fibres nerveuses qui composent les nerfs électriques sont toutes munies de myéline, ont toutes le même diamètre, et leurs segments interannulaires sont la moitié moins longs que ceux des tubes nerveux moteurs ou sensitifs de même diamètre (6). L'auteur en a conclu qu'il y avait un rapprochement à faire entre l'activité fonctionnelle et la distance des étranglements annulaires.



Tubes nerveux dissociés après l'action de l'acide osmique.

Les segments interannulaires sont plus courts chez les jeunes que chez les adultes ; leur accroissement est progressif comme la taille elle-même.

Fibres de Remak. — Lorsque Remak annonça la découverte des fibres nerveuses

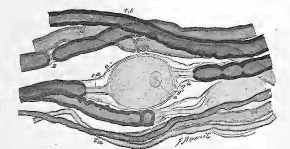


Nerfs traités par le nitrate d'argent. B, cordon nerveux; C, tube nerveux isolé.

sans myéline qui portent son nom, la plupart des histologistes et même des plus autorisés, M. Kœlliker entre autres, prétendirent que ces fibres

n'étaient point de nature nerveuse et appartenaient au tissu conjonctif des nerfs. Pour mettre fin à cette discussion, il était nécessaire d'établir les caractères distinctifs des fibres conjonctives et des fibres nerveuses sans myéline. C'est ce qu'a fait M. Ranvier dans ses recherches sur le tissu conjonctif des nerfs (9). Ses travaux antérieurs sur le tissu conjonctif en général (voir *Tissu conjonctif*, page 29) l'avaient conduit à reconnaître que les cellules connectives ne sont pas situées dans l'intérieur des faisceaux connectifs, mais à leur surface et qu'elles sont membraniformes (type endothélial). Les fibres de Remak (2) (6) contiennent des noyaux de cellules qui leur appartiennent et qui font corps avec elles-mêmes; en outre, elles se divisent et s'anastomosent entre elles, ce que ne font jamais les fibres connectives intra-fasciculaires des nerfs. De plus, l'auteur, dans ses leçons encore inédites sur le sympathique, a montré qu'au voisinage des ganglions sympathiques il y a de nombreuses fibres à myéline dont on peut suivre la transformation en fibres de Remak.

Membrane secondaire des tubes nerveux des plagiostomes. — Chez les plagiostomes, le tissu conjonctif intrafasciculaire des nerfs, au lieu d'être représenté par des fibres ou de très petits

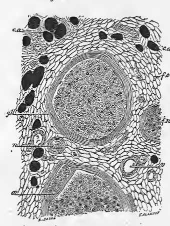


Ganglion spinal de *Raja, batis* dissocié après injection interstitielle d'acide osmique. Membrane secondaire, *g*; membrane de Schwann, *g'*.

faisceaux de tissu conjonctif à direction longitudinale, c'est-à-dire parallèles à l'axe du nerf, est entièrement composé de lames dont les dernières forment autour de chaque fibre nerveuse un tube continu régu-

lièrement cylindrique, *membrane secondaire* de l'auteur. La membrane secondaire se poursuit sur les tubes nerveux des racines de la moelle épinière et sur les cellules bipolaires des racines sensitives, de telle sorte que ces cellules ont deux capsules membraneuses : l'externe formée par la membrane secondaire, l'interne par la membrane de Schwann (2) (6).

Gaîne lamelleuse. — La disposition lamellaire du tissu conjonctif ne se retrouve chez les mammifères qu'à la périphérie des faisceaux nerveux qui composent un nerf : *gaîne lamelleuse* de l'auteur. La gaîne lamelleuse correspond à ce que Robin désignait sous le nom de périnèvre; mais, pour Robin, le périnèvre était formé d'une seule gaîne anhiste parsemée de noyaux comme la gaîne de Henle, qui se montre sur les ramifications nerveuses à une faible distance de leur terminaison. La gaîne lamelleuse de M. Ranvier est, au contraire, composée d'un nombre de lamelles qui peut être considérable, 10 à 12 chez les mammifères, plus grand encore chez les poissons. Ces lamelles, recouvertes d'une couche endothéliale sur leurs deux faces, sont anastomosées entre elles de manière à constituer un système complexe dont les espaces communiquants sont utilisés pour la circulation du plasma.



Coupe transversale des nerfs collatéraux des doigts de l'homme. Gaîne lamelleuse, *gl*.

Les faits découverts par M. Ranvier, au sujet des fibres nerveuses et du tissu conjonctif des nerfs, ont été reconnus exacts par tous les histologistes et sont devenus classiques; ils ont conduit à l'interprétation des phénomènes, si obscurs jusque-là, de la dégénération et de la régénération des nerfs sectionnés.

Dégénération des nerfs sectionnés. — On savait qu'un certain nombre de jours après la section d'un nerf, le segment périphérique de ce nerf perd ses propriétés motrices. Longet avait dit que l'abolition de la motricité survient quatre jours après l'opération. C'est ainsi que les choses se passent chez le chien ; mais chez le lapin l'abolition des propriétés motrices d'un nerf sectionné survient quarante-huit heures après l'opération, même plus tôt si l'animal est jeune et vigoureux, et un peu plus tard s'il est affaibli. Les lésions qui sont alors survenues étaient rattachées à une dégénération, c'est-à-dire à une diminution de l'activité vitale. Les recherches de M. Ranvier (10) (11) (2) ont montré que ces modifications sont liées au contraire à une suractivité des noyaux et du protoplasma qui entrent dans la composition des segments interannulaires. Ces noyaux deviennent plus volumineux ; le protoplasma qui les entoure s'hypertrophie ; ils se multiplient par division et la segmentation de la myéline, ainsi que la division du cylindre-axe qui l'accompagne, sont consécutifs.

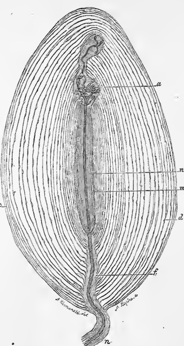
Les phénomènes qui se produisent dans le bout central du nerf sectionné sont bien différents de ceux que l'on observe dans le bout périphérique de ce nerf. Des cellules lymphatiques s'insinuent dans les tubes nerveux qui ont été divisés, atteignent le premier étranglement et même le dépassent pour pénétrer dans le segment interannulaire situé au-dessus. Ces cellules agissent sur la myéline qui les entoure, l'absorbent et la digèrent. Le cylindre-axe s'hypertrophie, devient nettement fibrillaire et émet des bourgeons qui sont le point de départ de nouvelles fibres nerveuses.

Régénération des nerfs sectionnés. — Ces bourgeons, lorsque la régénération du bout périphérique du nerf se produit, pénètrent dans son intérieur et, restant isolés ou donnant naissance à des bourgeons secondaires et tertiaires, s'engagent en nombre plus ou moins considérable dans l'intérieur des anciens tubes dégénérés ou dans leur interstice. Souvent ils affectent un trajet aberrant; quelquefois même ils remontent dans le bout central.

Cette question si compliquée, qui avait donné naissance à une discussion vive et embrouillée, a donc été élucidée d'une manière à peu près complète par les recherches de l'auteur.

La végétation des fibres nerveuses du bout central dans le bout périphérique d'un nerf sectionné est une condition particulière d'une loi très générale : *la croissance des fibres nerveuses du centre à la périphérie.* Cette loi est fondée sur l'observation d'un certain nombre de faits découverts par l'auteur, parmi lesquels il convient de rappeler les suivants :

Corps de Pacini (6). — Les corps de Pacini ont été étudiés surtout dans la paume des mains de l'homme et dans le mésentère du chat. Chacun de ces corps est constitué par une série de capsules concentriques, analogue à la gaîne lamelleuse des nerfs. Ces capsules limitent une cavité centrale dans laquelle arrive une fibre nerveuse. L'auteur a reconnu que cette fibre se termine par un simple bouton chez les nouveau-nés ou les jeunes, tandis que chez l'adulte, aussi bien chez le lapin, chez le chat que chez l'homme, elle donne naissance à un nombre plus ou moins considérable de branches qui se ramifient à leur tour et se terminent par des boutons. La fibre centrale des corpuscules de Pacini continue donc de croître après la naissance, et elle le fait en produisant

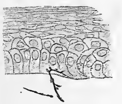


Corps de Pacini du mésentère du chat adulte.

des bourgeons terminaux ou latéraux qui croissent et bourgeonnent à leur tour.

Terminaison des nerfs dans la cornée et dans les épithéliums (17). — L'épithélium antérieur de la cornée est formé de plusieurs couches de cellules entre lesquelles il existe des fibres nerveuses ramifiées, anastomosées les unes avec les autres et qui se terminent par de petits boutons au voisinage de la surface. Si, comme l'a imaginé M. Ranvier, on racle chez un lapin vivant l'épithélium antérieur de la cornée, on enlève en même temps toutes les fibres nerveuses qu'il contenait, et les petits troncs nerveux qui y arrivaient (fibres perforantes) se trouvent coupés au niveau de la face antérieure de la membrane de Bowmann. L'épithélium se régénère d'abord, et, à un certain moment, il est complètement reconstitué ; mais il ne contient pas encore de fibres nerveuses. Ces fibres se forment plus tard et proviennent d'une végétation des fibres perforantes.

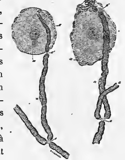
En outre, l'auteur a fait chez le lapin la section intra-crânienne de la cinquième paire en suivant exactement la méthode de Magendie et de Claude Bernard ; puis, ayant placé l'animal dans des conditions telles que la fonte purulente de l'œil ne s'est pas produite, il a attendu la régénération du nerf sectionné. Les fibres nerveuses nouvelles qui s'étaient alors formées dans la cornée avaient, dans une partie importante de leur trajet, celle qui correspond au plexus terminal des auteurs, une disposition tout autre que celle de ce plexus ; elles avaient donc végété du centre à la périphérie en suivant des voies toutes nouvelles.


Fibre perforante de la cornée du lapin, huit jours après qu'on a raclé l'épithélium antérieur.

Enfin M. Ranvier a reconnu (59) (6) que les fibres nerveuses intra-épidermiques, celles que l'on observe dans le groin du cochon, le museau de la taupe ordinaire (*Talpa europæa*) et la pulpe des doigts de l'homme, croissent progressivement et abandonnent à leur extrémité des fragments de leur substance qui atteignent la couche cornée et s'échappent au dehors avec les produits de la desquamation.

Tous ces faits, découverts par l'auteur, l'ont autorisé à soutenir la *théorie de la croissance des fibres nerveuses par bourgeonnement*. Dernièrement M. Vanlair, professeur à l'université de Liège, a fait d'ingénieuses expériences qui viennent apporter un nouvel appui à cette théorie. Ayant enlevé par résection un segment de nerf chez l'animal vivant, il l'a remplacé par un cylindre d'os décalcifié d'égale longueur, et il a vu, lorsque la régénération nerveuse s'est produite, des fibres nerveuses nouvelles engagées dans les canaux de Havers de l'os transplanté pour atteindre le bout périphérique du nerf réséqué.

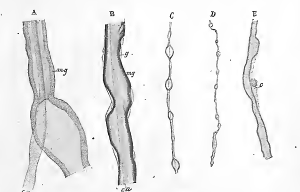
Ganglions cérébro-spinaux (22). — En 1847, Robin et Wagner ont, comme on le sait, découvert les cellules bipolaires des ganglions cérébro-spinaux des poissons. On fut dès lors conduit à généraliser, et l'on pensa que chez tous les vertébrés (les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les batraciens), les cellules des ganglions cérébro-spinaux étaient bipolaires. Cependant les physiologistes et les histologistes qui ne s'en tinrent pas à des vues générales, mais cherchèrent à observer les fait eux-mêmes, MM. Vulpian, Kölliker, Schwalbe, etc., reconnurent que, chez les mammifères, les cellules nerveuses des ganglions cérébro-spinaux sont unipolaires, c'est-à-dire qu'elles émettent un seul prolongement nerveux. On a cherché pendant longtemps la direction suivie par ce prolongement : les uns admettaient qu'il se rendait à la périphérie, les autres vers le centre. Quelques histologistes, d'une patience admirable, s'évertuèrent à compter les fibres nerveuses qui entrent dans un ganglion et celles qui en sortent, sans arriver à une conclusion définitive. Cependant on tendait à admettre que les fibres émanées des cellules avaient toutes une direction périphérique. M. Ranvier (13) montra que les tubes nerveux de la racine sensitive traversent le ganglion ; mais que, en un point de leur trajet intra-ganglionnaire qui correspond à un étranglement, elles émettent une



Deux cellules des ganglions spinaux du lapin, isolées après injection interstitielle d'acide osmique.

branche latérale (tube nerveux en T) qui se rend à une des cellules ganglionnaires. Quelques-uns des histologistes qui ont vérifié cette nouvelle donnée ayant fait remarquer qu'il était difficile d'obtenir des préparations dans lesquelles on pût facilement observer les rapports des cellules ganglionnaires avec les tubes en T, M. Ranvier (22), dans une seconde communication à l'Académie des sciences, insista sur la nécessité de choisir des animaux jeunes pour faire ces préparations parce que, le tissu conjonctif intra-ganglionnaire étant moins résistant chez les jeunes, il est plus facile d'isoler par la dissociation les cellules nerveuses et leurs fibres efférentes. Aujourd'hui, tous les histologistes ont accepté la manière de voir de l'auteur sur la structure des ganglions spinaux.

Fibres nerveuses du cerveau et de la moelle épinière. — Il était très important de savoir si les fibres nerveuses à



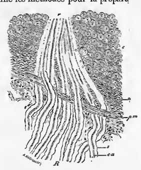
Tubes nerveux des cordons latéraux de la moelle épinière, isolés après injection interstitielle d'acide osmique.

myéline du cerveau et de la moelle épinière possèdent des étranglements et par conséquent des segments interannulaires.

Dans une communication à l'Académie des sciences (12), M. Ranvier a signalé l'absence complète d'étranglements sur les tubes nerveux du cerveau et de la moelle épinière. Ces éléments ne possèdent donc pas de

membrane de Schwann. A sa place, il existe une couche extrêmement mince qui semble correspondre au protoplasma qui double cette membrane dans les tubes nerveux périphériques. Dans cette couche, on peut observer des noyaux.

Il importait de déterminer très exactement le point où les tubes nerveux des racines sensitives ou motrices perdent leur membrane de Schwann en pénétrant dans la moelle épinière. C'était là une recherche délicate dans laquelle ont échoué des histologistes habiles, MM. Axel Key et Retzius par exemple. M. Ranvier (21), ayant perfectionné les méthodes pour la préparation de la moelle épinière, a pu reconnaître avec la plus grande précision que la membrane de Schwann ne disparaît pas ordinairement au niveau d'un étranglement annulaire; elle se poursuit au delà du dernier étranglement dans la racine qui se rend à la moelle, accompagne encore le tube nerveux lorsqu'il traverse la pie-mère et disparaît dans la couche de névroglie qui la double. Une lame de protoplasma seul recouvre la gaîne de myéline, et dans cette lame protoplasmique se montre le noyau du segment interannulaire, s'il n'existait pas déjà dans la partie du dernier segment interannulaire munie d'une gaîne de Schwann.



Coupe de la moelle épinière et des racines antérieures.

Névroglie. — On a discuté longtemps et l'on discute encore aujourd'hui sur la nature des éléments qui constituent la charpente connective des centres nerveux, à laquelle M. Virchow a donné le nom de névroglie. Les uns y ont vu des cellules ramifiées à prolongements anastomotiques; d'autres, du tissu conjonctif ordinaire; quelques-uns, des éléments élastiques; certains ont même pensé que les cellules que l'on observe entre les éléments nerveux proprement dits sont des cellules migratrices. En étudiant à l'aide de méthodes variées la structure fine des cellules de la névroglie de la moelle épinière, M. Ranvier (20) a pu reconnaître que ces cellules sont composées de deux parties : une lame de protoplasma plus

ou moins étendue, simple ou compliquée (crêtes d'empreinte) et des fibres qui la traversent dans diverses directions. fibres qui ont vraissemblablement une très grande longueur et sont en rapport avec un nombre indéterminé de cellules. Ces fibres, qui jouent le rôle de fibres connectives, sont au point de vue morphologique des équivalents des fibrilles nerveuses. La structure des cellules de la névroglie n'est donc pas sans analogie avec



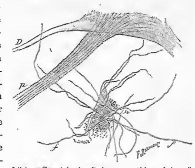
Cellule de la névroglie des cordons latéraux de la moelle épinière, isolée après l'action du liquide de Müller.

celle des cellules ganglionnaires, telle qu'elle a été établie par l'observation de Remak et les travaux de Schultze.

Chez les embryons, les cellules de la névroglie sont à l'origine sphériques ou polyédriques. Quelques-unes de ces cellules conservent ces caractères embryonnaires pendant toute la durée de la vie; mais la plupart d'entre elles émettent des prolongements protoplasmiques, dans lesquels il se produit ultérieurement une différenciation dont le terme ultime est la formation des fibres névrogliques. Dans le cerveau des mammifères

adultes, les cellules de la névroglie ne paraissent pas arriver jamais au dernier stade de leur développement.

Rapports des fibres et des cellules nerveuses. Continuité du cylindre-axe. — Une fibre nerveuse, ou plutôt sa partie essentielle, le cylindre-axe, doit-elle être considérée comme le prolongement d'une cellule nerveuse? L'existence des étranglements annulaires, si bien dessinés par le nitrate d'argent, a suggéré à quelques histologistes l'idée que le cylindre-axe est interrompu à leur niveau. M. Ranvier s'est élevé contre cette manière de voir. Il soutient (2) (6) que la gaîne de myéline et la membrane de Schwann seules sont segmentées et que le cylindre-axe se poursuit sans interruption depuis la cellule qui lui donne naissance jusqu'à sa terminaison.

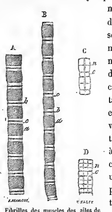


Cellules et fibres de la névroglie des cornes antérieures de la moelle, dissociées après injection interstitielle d'acide osmique.

La découverte des tubes nerveux en T (15) des racines sensitives a en outre conduit l'auteur à admettre qu'un cylindre-axe peut avoir son origine dans plusieurs cellules nerveuses. C'est là une donnée fort importante, parce qu'elle permet de concevoir comment une fibre nerveuse est en même temps sous la dépendance de régions différentes des centres nerveux, par exemple le cerveau, le cervelet et la moelle épinière.

SYSTÈME MUSCULAIRE

Fibrille musculaire. — L'élément essentiel du faisceau musculaire strié paraît être une fibrille que l'on isole très facilement des muscles des ailes des insectes. Pour l'étudier, les histologistes choisissent habituellement l'*Hydrophilus piceus*. Cependant la fibrille musculaire de l'aile de l'hydrophile n'est pas nécessairement une fibrille élémentaire; peut-être est-elle composée elle-même de fibrilles juxtaposées, car M. Ranvier l'a vue se bifurquer (6). Il a le premier employé les matières colorantes pour analyser ces éléments musculaires (29). Les ayant soumis à l'action du picro-carminate d'ammoniaque, il a vu se colorer les disques épais et les disques minces, tandis que les espaces intermédiaires (espaces clairs) étaient demeurés incolores. Cette observation éliminait d'emblée quelques-unes des théories que l'on avait soutenues relativement à la structure des fibres musculaires et au mécanisme de la contraction. On a trouvé depuis un réactif bien supérieur au picro-carminate pour colorer les éléments musculaires, l'hématoxyline. Les fibrilles de l'aile de l'hydrophile, après un séjour de vingt-quatre heures dans l'alcool au tiers, tendues et fixées sur une lame de verre par la méthode de la demi-dessiccation, colorées par une solution ancienne d'hématoxyline, montrent admirablement tous les détails de leur structure : disques épais et disques minces colorés en violet, espaces clairs et stries intermédiaires incolores.

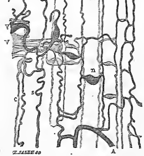


Fibrilles des muscles des ailes de l'*Hydrophilus piceus* colorées par le picro-carminate d'ammoniaque.

Muscles rouges et pâles. — On connaissait vaguement chez certains animaux l'existence de muscles rouges et de muscles pâles. C'est ainsi que M. W. Krause dans son *Anatomie du lapin* avait indiqué la coloration plus foncée du muscle demi-tendineux.

M. Ranvier (24) a montré que la coloration rouge de certains muscles n'était pas liée à une quantité plus considérable de sang dans leur intérieur; mais qu'elle était inhérente à la fibre musculaire elle-même. Ayant lavé complètement le système vasculaire au moyen d'une injection prolongée de sérum artificiel, il a pu observer que les muscles conservaient après cette opération leur couleur respective. Poursuivant l'analyse histologique de ces muscles, il a trouvé entre eux des différences de structure. Chez les poissons, le diamètre des faisceaux primitifs des muscles rouges est beaucoup plus petit que le diamètre des faisceaux primitifs des muscles blancs. Chez le lapin le diamètre des faisceaux est le même pour les deux espèces de muscles. Dans les muscles rouges, la striation longitudinale est très accusée; les noyaux sont très nombreux, logés en partie dans des fentes correspondant aux stries longitudinales; quelques-uns d'entre eux sont même, chez les mammifères, engagés au milieu de la substance musculaire, ainsi qu'on peut facilement le constater sur des coupes transversales.

Excités directement ou par l'intermédiaire de leurs nerfs moteurs, les muscles rouges se contractent lentement et reviennent aussi avec lenteur à l'état de repos après l'excitation. Les muscles blancs, au contraire, se contractent brusquement et reviennent rapidement au repos lorsqu'on arrête l'excitation.



Vaisseaux sanguins des muscles rouges du lapin.

Les muscles rouges sont congénères des muscles blancs. Il y a des muscles mixtes, le triceps brachial du lapin par exemple. Les muscles blancs produisent l'action énergique; les muscles rouges sont équilibrateurs.

Les capillaires et les veinules des muscles rouges du lapin présentent des dilatations fusiformes, des sortes de petits anévrysmes physiologiques. Le rôle de ces dilatations paraît relatif à la nécessité d'une plus grande

quantité de sang dans les muscles, lorsqu'ils ont une contraction lente et soutenue (6) (51).

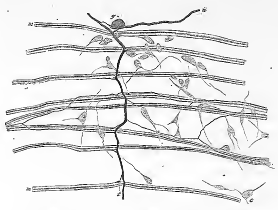
Terminaison des nerfs dans les muscles. — Chez les vertébrés, le cœur étant mis à part, tous les muscles striés n'appartiennent pas à la vie animale, dans le sens de Bichat. L'œsophage, chez divers mammifères, l'homme, le chien, le lapin, contient des faisceaux striés dont la contraction est indépendante de la volonté et qui dès lors appartiennent à la vie organique. Chez les batraciens et les reptiles, les cœurs lymphatiques ont une musculature qui diffère de celle du cœur sanguin en ce sens qu'elle n'est pas formée de cellules musculaires soudées bout à bout, mais de véritables faisceaux striés; ces muscles appartiennent encore à la vie organique. Du reste, l'anatomie comparée nous apprend que chez les insectes la musculature du tube digestif est constituée par des faisceaux striés semblables à ceux des muscles volontaires chez les mêmes animaux, tandis que chez les mollusques et chez les annélides, à quelques rares exceptions près, tous les muscles, qu'ils appartiennent à la vie organique ou à la vie animale, sont formés de fibres musculaires lisses. Ces faits devaient être établis avant d'arriver à l'étude d'une question fort importante: celle de la terminaison des nerfs dans les muscles de la vie animale et de la vie organique.



Terminaison des nerfs dans le muscle rétracteur du corps de l'*Helix pomati*.

Les histologistes avaient décrit, dans les appareils formés de muscles lisses des vertébrés en général, des plexus nerveux de différents ordres dont le dernier correspondait aux éléments musculaires eux-mêmes, plexus intra-musculaire. On était même porté à considérer ce dernier plexus comme représentant les véritables terminaisons nerveuses des muscles lisses. Au moyen de la méthode de l'or qu'il a perfectionnée en vue de ces recherches, M. Ranvier (6) (5) a montré que, chez les mollusques, les muscles de la vie animale ne contiennent pas de plexus nerveux; les fibres nerveuses qui s'y rendent se divisent et se subdivisent pour donner des branches terminales qui atteignent chaque élément musculaire et s'y terminent par une arborisation minuscule, *tache motrice*.

Ayant repris l'examen des nerfs des culs-de-sac gastriques de la sangsue officinale, M. Ranvier y trouva, en outre du plexus décrit par les auteurs,



Terminaison des nerfs dans les muscles des culs-de-sac gastriques de la sangsue.

des branches nerveuses latérales se terminant par des taches motrices sur les éléments musculaires.

Un plexus nerveux semblable à celui que l'on observe dans les culs-de-sac gastriques de la sangsue existe dans tous les muscles lisses de la vie organique des vertébrés, ceux de la vessie, de l'estomac et de l'intestin par exemple; mais on en observe d'analogues dans les appareils formés de faisceaux musculaires striés appartenant à la vie organique, notamment dans l'œsophage des mammifères. La conclusion que l'auteur a tirée de ces faits est la suivante :

On ne doit pas chercher la définition anatomique d'un appareil musculaire de la vie organique dans la structure des éléments musculaires qui le composent, mais dans la disposition des nerfs qui s'y rendent. La disposition plexiforme de ces nerfs, avant d'arriver à leur terminaison ultime, caractérise un muscle de la vie organique. Dans les muscles de la vie animale, au contraire, les fibres nerveuses, au fur et à mesure qu'elles se

dégagent de leurs branches d'origine, se rendent directement aux éléments musculaires auxquels elles sont destinées.

Reprenant l'analyse des terminaisons nerveuses motrices dans les muscles striés, après Doyère et MM. Kühne, Rouget, Krause, Cohnheim, Fischer, etc., et profitant de la connaissance qu'il avait acquise sur la structure des fibres nerveuses à myéline (étranglements annulaires, segments interannulaires, membrane de Henle), M. Ranvier a pu constater qu'au niveau de la plaque motrice ou éminence de Doyère la membrane de Henle se confond avec le sarcolemme, tandis que la membrane de Schwann, ou plutôt le protoplasma qui la double avec les noyaux qu'il contient se poursuit sur les branches de l'aborisation terminale. La substance granuleuse qui sépare ces branches possède des noyaux qui lui appartiennent en propre, et dès lors il y a lieu de distinguer dans la plaque motrice trois espèces de noyaux : les noyaux vaginaux qui dépendent de la gaîne de Henle, les noyaux de l'aborisation qui sont les équivalents de ceux des segments interannulaires et les noyaux fondamentaux qui appartiennent à la substance granuleuse de la plaque motrice (2) (6).

Les plaques motrices ne caractérisent pas les muscles de la vie animale, même si l'on ne considère que les vertébrés; elles existent, en effet, sur les faisceaux striés à contraction involontaire de l'œsophage des mammifères et des cœurs lymphatiques des ophidiens; or, phénomène intéressant, le curare, ce puissant réactif des terminaisons motrices volontaires, comme l'ont établi les recherches de Claude Bernard, agit aussi activement sur la région striée de l'œsophage et sur les cœurs lymphatiques.

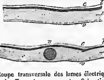
Ces faits viennent à l'appui de l'opinion de M. Vulpian, d'après laquelle le curare aurait une action élective sur les plaques motrices.

Organe électrique de la torpille et terminaison des nerfs dans cet organe. — Les recherches de M. Ranvier ont porté sur l'organe électrique de la torpille marbrée (*T. marmorata*); elles ont été commencées à Concarneau au mois de juillet 1875 et publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* au mois de décembre de la même année (14). Elles ont été poursuivies ensuite à Paris (2) sur des torpilles provenant de Concarneau et envoyées à l'auteur par M. Guillou, pilote lamaneur de cette dernière localité.

Chaque lame électrique est formée de trois lamelles : une lamelle dor-

sale d'apparence anhiste qui se colore fortement en violet sous l'influence de l'hématoxyline, une lamelle ventrale, lamelle nerveuse, et une couche intermédiaire plus épaisse que les deux autres qui se colore à peine par l'hématoxyline et qui contient les noyaux fondamentaux de la lame électrique. L'observation de ces trois couches constitutives de la lame électrique a été faite aussi bien sur des préparations obtenues par dissociation que sur des coupes.

Les lames électriques sont séparées les unes des autres par une couche de tissu muqueux dans laquelle cheminent les vaisseaux et les nerfs.



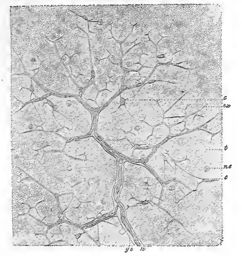
Coupe transversale des lames électriques de *Torpedo marmorata*. Coloration à l'hématoxyline.

A la périphérie des prismes, les lames électriques se replient de haut en bas, de telle sorte que les couches muqueuses qui les séparent sont enfermées chacune dans une sorte de case close et que les lamelles dorsales des lames électriques d'un prisme sont en contact.

Les nerfs de l'organe électrique, après s'être divisés et subdivisés dans les cloisons des prismes, forment des branches composées d'un seul tube nerveux, enveloppé chacun d'une gaîne épaisse, constituée par un grand nombre de lames connectives. Ces lames se continuent dans l'enveloppe des prismes électriques. Au point où il atteint la gaîne intime du prisme, le tube nerveux se divise brusquement au niveau d'un étranglement annulaire en un grand nombre de tubes nerveux qui pénètrent isolément entre les lames électriques dans la couche muqueuse qui les sépare. Chacun de ces tubes est entouré d'une double gaîne : la membrane de Schwann et une gaîne externe, membrane secondaire de l'auteur, qui ne doit pas être considérée comme l'équivalent de la gaîne de Henle, car chez les plagiostomes, ainsi que M. Ranvier l'a découvert, les tubes nerveux compris dans les nerfs volumineux sont déjà entourés de cette membrane secondaire (75).

Les tubes nerveux qui cheminent dans la couche de tissu muqueux comprise entre les lames électriques, entourés de leur double gaîne, montrent nettement leurs étranglements annulaires ; ils se divisent et se subdivisent, toujours au niveau de ces étranglements, et se rapprochent peu à peu de la face ventrale de la lame électrique qui les recouvre. Lorsqu'ils l'atteignent,

la membrane secondaire s'arrête brusquement en formant un anneau qui se colore en brun sous l'influence du nitrate d'argent et que l'on peut



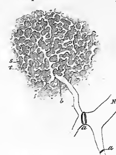
Nerfs dans les lames électriques de *Torpedo marmorata*.

également observer d'une manière très nette dans les préparations obtenues à l'aide de l'acide osmique, examinées dans l'eau pure ou additionnée d'acide phénique.

Au delà de l'*anneau terminal* découvert par M. Ranvier, la fibre nerveuse, toujours enveloppée de sa gaîne de Schwann ou du protoplasma qui la double, perd sa myéline et se divise brusquement en forme de fourche (terminaisons en bois de cerf de Wagner).

Plus loin, les fibres nerveuses, réduites à l'état de fibres pâles, entrent dans la constitution de la lamelle ventrale ou nerveuse de la lame électrique. Elles se divisent et se subdivisent, deviennent extrêmement grêles, s'aplatissent et constituent une arborisation dont quelques branches sont

anastomosées, mais dont la plupart se terminent par des extrémités libres. L'arborisation terminale des nerfs électriques a été observée par M. Ranvier et par M. Ciaccio d'une manière absolument indépendante, et son existence a été reconnue même par les histologistes qui avaient admis le réseau terminal de M. Kölliker et de Max Schultze, F. Boll par exemple (6) (2).



Terminaison nerveuse dans les lames électriques de *Torpedo marmorata*. *a*, anneau terminal de la membrane secondaire.

Contraction musculaire.— Les physiologistes se sont appliqués avec beaucoup d'assiduité à l'étude du mécanisme intime de la contraction musculaire, et les divers détails que l'on a observés successivement dans la fibre du muscle strié ont toujours été le point de départ d'une nouvelle théorie. C'est ainsi que la découverte du disque mince, faite d'abord par Amici sur les muscles de la patte de la mouche domestique, généralisée par M. Krause, a été l'origine de sa théorie de la case musculaire. Lorsque plus tard M. Hensen remarqua que le disque épais est traversé par une strie, la théorie reposant sur l'existence de la case musculaire n'étant plus possible, M. Merkel imagina celle de l'inversion. On chercha à donner une base objective à ces théories, en examinant les limites de l'onde de contraction déterminée dans un faisceau musculaire des pattes des insectes par l'action d'un réactif excitant et fixateur. Pour arriver à la solution de ce problème si discuté, M. Ranvier eut recours à des méthodes indirectes.

Spectre musculaire. — Il fit remarquer d'abord qu'un muscle contracté n'est pas nécessairement raccourci. C'est ainsi que l'on peut maintenir un muscle très solidement à ses deux extrémités et l'exciter au moyen d'un courant tétanisant; il devient dur, se contracte, mais ne peut revenir sur lui-même. Un muscle ainsi tendu, s'il est assez mince et placé dans une chambre obscure vis-à-vis d'une fente lumineuse, donne naissance, à cause de ses stries transversales, à des spectres de diffraction, comme le ferait un réseau (c'est là un fait découvert par l'auteur). Or les

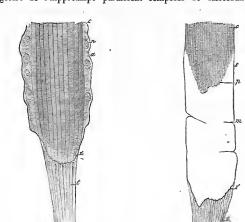
spectres ne sont point modifiés dans le muscle tendu, lorsqu'il passe de l'état de repos à l'état de contraction. Le nombre des stries transversales dans une longueur donnée de muscle ne change donc point pendant l'activité dans le muscle tendu, car on sait que les spectres de diffraction sont d'autant plus étendus que le nombre de stries qui constituent un réseau est plus considérable dans une longueur donnée (28).

Observation microscopique de la contraction musculaire. — Pour observer au microscope ce qui se passe dans un faisceau musculaire tétanisé et tendu, l'auteur a employé une méthode introduite par lui dans la technique histologique : celle des injections interstitielles d'un liquide fixateur, et il a injecté dans des muscles relâchés ou tétanisés tendus, une solution d'acide osmique à 2 pour 100. L'action de ce fixateur est puissante et immédiate, comme il ressort de nombreuses expériences de l'auteur faites sur d'autres éléments. Grâce à cette méthode, on peut constater que, dans un muscle tétanisé tendu, les disques épais sont diminués, tandis que les espaces clairs et les disques minces ont acquis une plus grande longueur; ces résultats sont surtout extrêmement nets dans les muscles rouges. Il faut en conclure que les disques épais sont les parties contractiles de la fibre musculaire, tandis que les disques minces et les espaces clairs jouent le rôle de corps élastiques (6) (1). Ces résultats sont d'accord avec les données de M. Marey sur l'importance de l'élasticité pour le travail utile des muscles.

Rapports des muscles et des tendons. — Un faisceau primitif des muscles striés représente une cellule; les noyaux que l'on observe dans son intérieur, quels que soient leur nombre et leur situation, sont des descendants du noyau de la cellule embryonnaire aux dépens de laquelle s'est formé le faisceau musculaire tout entier. Le sarcolemme ou enveloppe membraneuse du faisceau primitif est une membrane de cellule. Il est donc logique d'admettre *a priori* que cette membrane existe sur tous les points de la surface du faisceau, aussi bien au niveau de ses extrémités que sur ses parties latérales.

Muscle de la nageoire dorsale de l'hippocampe. — Les muscles sur lesquels M. Ranvier (27) (6) a recherché d'abord les rapports des muscles et des tendons sont particulièrement favorables : ce sont ceux qui impriment ce mouvement si singulier à la nageoire dorsale

de l'hippocampe (*Hippocampus antiquorum*). Ces muscles sont disposés en petits groupes de chaque côté des arêtes qui supportent la nageoire; ils ont la forme d'une papille allongée, de l'extrémité de laquelle se dégagerait un tendon. Détachés avec leurs tendons respectifs, après fixation préalable des éléments au moyen de l'acide osmique, les muscles de la nageoire de l'hippocampe paraissent composés de faisceaux primitifs



Faisceau primitif du muscle de la nageoire dorsale d'*Hippocampus antiquorum*.

Faisceau primitif des muscles de *Rana esculenta*, dégagé de son insertion tendineuse.

striés dont le sarcolemme est séparé de la substance musculaire par une couche relativement épaisse de protoplasma granuleux au sein duquel sont disposés des noyaux. A l'extrémité périphérique de chacun des faisceaux musculaires correspond un tendon distinct; plus loin ce tendon s'unit à ceux qui viennent d'autres faisceaux pour constituer un tendon commun. C'est là une disposition favorable pour l'observation de l'union du muscle et du tendon. Au point de jonction de la substance musculaire et de la cupule tendineuse, on observe un liséré qui correspond au sarcolemme.

Union des muscles et des tendons chez la grenouille. — L'union des muscles et des tendons peut encore être observée facilement chez la grenouille (*Rana esculenta* ou *fusca*). Si l'on plonge un de ces animaux vivants dans un bain d'eau élevé à la température de 55° et si on l'y maintient pendant vingt minutes, la myosine est solidifiée et le tissu conjonctif est ramolli à un point tel que l'on peut séparer complètement les uns des autres les faisceaux musculaires (6). Si l'on pratique la dissociation des muscles assez délicatement pour conserver leur attache au tendon, on reconnaît que les faisceaux striés se sont rétractés dans leur gaîne sarcolemmique et que celle-ci seule a conservé ses rapports avec la série des cupules tendineuses qui correspondent aux insertions des faisceaux. Que les faisceaux musculaires arrivent au tendon suivant son axe ou plus ou moins obliquement, le mode d'insertion est toujours le même. Cette méthode extrêmement simple permet donc de résoudre une question discutée, car on admettait généralement avec M. Kölliker que le mode d'insertion des muscles au tendon varie suivant que la direction des fibres du premier est parallèle ou oblique à la direction des fibres du second.

SYSTÈME CONJONCTIF

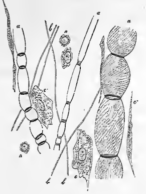
Bichat avait décrit le système conjonctif des modernes sous le nom de système cellulaire, en spécifiant que ce système est répandu dans l'organisme entier, et que ses éléments séparent et unissent les organes et forment une trame dans leur intérieur. Le mot de tissu conjonctif, introduit par Johannès Müller, est donc de tous points en rapport avec la définition de Bichat, et si notre grand anatomiste avait désigné le tissu conjonctif sous le nom de tissu cellulaire, c'est parce qu'en l'insufflant il avait vu s'y développer un grand nombre d'espaces arrondis ou cellules communiquant les uns avec les autres. Bichat ne rattachait pas au système cellulaire les tendons, les ligaments et les membranes. Parmi les anatomistes qui le suivirent, ceux qui utilisèrent le microscope reconnurent dans ces différents organes des éléments analogues à ceux qui composent le tissu cellulaire, des faisceaux connectifs et des fibres élastiques; aussi le système conjonctif des modernes a-t-il une bien plus grande étendue que le système cellulaire de Bichat.

Lorsque M. Ranvier entreprit ses recherches sur le système conjonctif, deux opinions étaient en présence : celle de M. Virchow et de M. de Recklinghausen, d'après laquelle le tissu conjonctif, ayant une structure analogue à celle du tissu osseux, était parcouru dans diverses directions par des canaux extrêmement grêles formés par des cellules dans le sens histologique du mot (Virchow), contenant des cellules (Recklinghausen); celle de Henle, d'après laquelle le tissu conjonctif serait essentiellement constitué par les faisceaux qu'il avait si bien analysés et des débris des cellules formatives de ces faisceaux (fibres annulaires, fibres spirales et fibres élastiques).

Tissu conjonctif diffus. — M. Ranvier (50) (6) ayant injecté par piqûre, dans le tissu cellulaire sous-cutané de l'eau, une solution de gélatine ou des liquides fixateurs, vit se produire une boule d'œdème artificiel qui augmentait progressivement de volume sans changer notablement de forme. Le centre de cette boule n'était pas occupé seulement par le liquide injecté, mais aussi par les différents éléments du tissu,

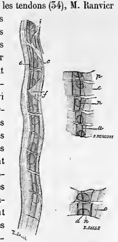
plus ou moins écartés les uns des autres. C'était là un nouveau procédé de dissociation beaucoup moins brutal que ceux auxquels on avait eu recours jusque-là.

Pour obtenir une préparation microscopique dans laquelle tous les éléments du tissu conjonctif sont bien distincts, il suffit d'enlever avec des ciseaux des portions de la boule d'œdème, de les placer sur une lame de verre et de les recouvrir immédiatement d'une lamelle. On peut constater ainsi qu'à côté des faisceaux connectifs proprement dits, tels que Henle les avait décrits, il y a des cellules membraniformes d'une grande étendue, formées d'une lame de protoplasma granuleux à l'intérieur de laquelle se trouve un noyau légèrement aplati. Ces cellules sont munies de prolongements qui peuvent s'anastomoser avec des prolongements semblables des cellules voisines. Jamais elles n'occupent l'intérieur d'un faisceau. A côté des cellules plates du tissu conjonctif il existe, à l'état normal, des cellules lymphatique sou migratrices en proportion variée.

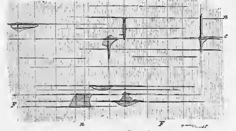

Tissu conjonctif diffus sous-cutané du chien. Injection interstitielle.

Les cellules de Bichat sont des produits artificiels. L'air, en s'insinuant dans le tissu conjonctif, écarte les éléments fibrillaires qui le composent, les applique les uns sur les autres et détermine ainsi la formation de membranes entourant chaque bulle d'air. On conçoit que les cavités limitées par ces membranes adventices communiquent les unes avec les autres. Dans le tissu cellulaire de Bichat, *tissu conjonctif diffus* de l'auteur, les fibres s'entre-croisent dans toutes les directions. Dans le tissu *conjonctif modelé*, en particulier dans les tendons, les téguments et les aponévroses, les fibres ont des directions déterminées. Elles sont parallèles entre elles dans les tendons, tandis que dans certaines aponévroses elles s'entre-croisent à angle droit.

Tissu conjonctif modelé. — Dans les tendons (34), M. Ranvier a découvert entre les fibres connectives des séries parallèles de cellules en rapport les unes avec les autres, dans une même série, par des bords nets et rectilignes. Dans un premier travail, il avait pensé que ces cellules étaient enroulées sur elles-mêmes de manière à constituer des tubes de drainage. Ce travail a servi de point de départ à de nombreuses recherches, parmi lesquelles on doit distinguer celles de Fr. Boll. Cet auteur remarqua sur les cellules des tendons des stries longitudinales auxquelles il donna le nom de stries élastiques et dont il ne put déterminer la signification morphologique; il reconnut en outre que ces cellules ne sont pas enroulées sur elles-mêmes. M. Ranvier, dans un travail ultérieur (35), reconnut qu'en effet les cellules membraniformes des tendons ne sont pas enroulées sur elles-mêmes, mais appliquées à la surface des faisceaux, comme il l'avait vu le premier dans le tissu conjonctif diffus, et il montra que les stries élastiques de Boll ne



Cellules des tendons isolées et en rapport avec les faisceaux tendineux.

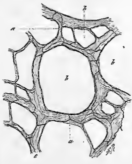


Aponévrose fémorale de *Rana esculenta*. Crêtes d'empreintes perpendiculaires entre elles.

sont autre chose que des crêtes d'empreinte formées par l'interstice des

faisceaux tendineux. Il en donna la démonstration (55) (6) en faisant l'analyse histologique d'une aponévrose formée de deux plans superposés de fibres parallèles entre elles, mais orientés de telle sorte que les fibres de l'un de ces plans aient une direction perpendiculaire aux fibres de l'autre. Les cellules comprises entre les deux plans montrèrent des crêtes d'empreinte dont les superficielles, correspondant au plan supérieur, étaient perpendiculaires aux profondes, correspondant au plan inférieur. Depuis lors, la notion des crêtes d'empreinte, quel que soit le nom qui leur ait été donné, a été introduite en histologie et elle est devenue classique.

Membranes séreuses. — Le grand épiploon de l'homme et des animaux mammifères en général était considéré comme formé de quatre feuillets contigus dont on décrivait minutieusement les origines et les rapports. Les anatomistes assuraient même avoir réussi à insuffler la cavité qu'ils limitent, et ils ajoutaient que cette opération réussissait mieux chez le nouveau-né. Le grand épiploon (55) (6) est formé d'un seul feuillet replié sur lui-même, et ce feuillet est constitué par des faisceaux de tissu conjonctif qui s'entre-croisent suivant un plan et dans toutes les directions. Ces faisceaux laissent entre eux des mailles plus ou moins étendues, de telle sorte que la membrane, au moins chez l'homme, le chien, le rat et le cochon d'Inde adultes, revêt la forme d'un filet. Les travées du réseau qui constituent le grand épiploon sont entièrement tapissées de cellules épithéliales formant une simple couche. En général, au moment de la naissance, le grand épiploon n'est pas encore fenêtré, et, chez le lapin même adulte, sa réticulation n'est jamais complète; on y observe cependant des trous arrondis dont les bords sont tapissés de cellules épithéliales appartenant à l'une ou à l'autre des faces de la membrane et souvent à toutes deux; elles sont alors repliées sur le bord de l'orifice.



Grand épiploon du chien, imprégné d'argent.

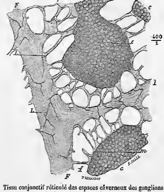
La perforation paraît produite par les cellules lymphatiques ou cellules migratrices qui, s'engageant entre les cellules épithéliales, les écartent et, poursuivant leur trajet dans la membrane, arrivent sur sa face opposée. Les trous, une fois produits, s'agrandissent sans doute sous l'influence de la croissance.

Aujourd'hui, pour tout histologiste qui a examiné le grand épiploon de l'adulte, l'insufflation de sa cavité et sa formation en quatre feuillets paraissent être le résultat d'un rêve, rêve dont la trace cependant a de la peine à s'effacer complètement.

Grand épiploon du lapin, imprégné d'argent.

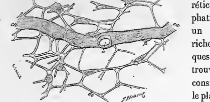
Les travées les plus minces du grand épiploon de l'homme, du chien, etc., ne possèdent pas d'autres cellules que celles de leur revêtement épithélial. En rapprochant ce fait d'un autre, trouvé également par lui relativement à la forme des cellules du tissu conjonctif et à leur rapport avec les faisceaux connectifs, M. Ranvier est arrivé à établir une grande analogie entre la cavité cloisonnée du tissu cellulaire de Bichat et une cavité éreuse.

Tissu conjonctif réticulé des ganglions lymphatiques. — Les recherches de M. Ranvier sur la structure du tissu conjonctif et du grand épiploon devaient le conduire à examiner attentivement le tissu conjonctif réticulé qui entre dans la constitution des ganglions lymphatiques. Ce tissu, aussi bien dans la substance folliculaire (follicules et cordons folliculaires) que dans le tissu caverneux (sinus et voies lymphatiques de la substance médullaire), était considéré par MM. Kölliker, His et l'ensemble des histologistes comme formé entièrement de cellules étoilées anasto-


Tissu conjonctif réticulé des espaces caverneux des ganglions lymphatiques. Imprégnation d'argent.

mosécs les unes avec les autres, de manière à figurer un réseau complexe.

En réalité (6) (7), ce réseau est constitué par de petits faisceaux de tissu conjonctif, recouverts de cellules épithéliales extrêmement minces. Les mailles du tissu conjonctif réticulé des ganglions lymphatiques sont occupées par un plasma excessivement riche en cellules lymphatiques, cellules que l'on retrouve, en quantité moins considérable il est vrai, dans le plasma qui occupe les cavités séreuses et la cavité cloisonnée du tissu conjonctif.



Tissu conjonctif réticulé des follicules lymphatiques. Injection interstitielle d'acide osmique.

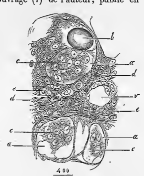
Œdème. — M. Ranvier a montré (51) (7) que la ligature de la veine cave inférieure au-dessous de la rénale, chez le chien, ne détermine pas l'œdème des membres postérieurs; mais que si, après avoir pratiqué cette ligature, on sectionne le sciatique d'un côté, il survient de l'œdème dans le membre correspondant, tandis que l'autre reste indemne. La section des nerfs vaso-moteurs, combinée à la ligature de la veine, détermine dans les capillaires une tension sanguine assez forte pour produire la transsudation séreuse.

Cellules adipeuses dans l'œdème expérimental.

Le tissu conjonctif œdémateux (52) (7), examiné au microscope, montre, en outre de l'écartement des éléments du tissu déterminé par la présence du sérum, un nombre assez considérable de cellules lymphatiques, dont la présence paraît être la conséquence de la diapédèse, et une tuméfaction bien accusée des cellules fixes. Ces cellules contiennent alors des ganulations réfringentes formées en partie par des matières grasses. On observe également, dans les cellules adipeuses, des modifications importantes qui permettent de bien saisir

leur constitution histologique. Au-dessous de la membrane qui les entoure, dans la zone qui correspond à leur noyau, se montre une couche semée de granulations semblables à celles que l'on vient de voir se produire dans le protoplasma des cellules connectives sous l'influence de l'œdème. Cela indique que, dans la cellule adipeuse, au-dessous de la membrane, il existe une couche continue de protoplasma dans laquelle le noyau est compris.

Modification des cellules adipeuses dans l'inflammation. — On trouvera, dans un ouvrage (7) de l'auteur, publié en collaboration avec M. Cornil en 1869, les premiers faits relatifs aux modifications des cellules adipeuses dans l'inflammation : multiplication des noyaux, accroissement du protoplasma, disparition progressive de la graisse, segmentation du protoplasma, transformation de la cellule adipeuse en un nid de cellules embryonnaires. Ces recherches ont été reprises et confirmées en Allemagne par M. Flemming.

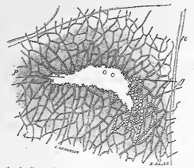


Modification des cellules adipeuses dans l'inflammation.

Modifications inflammatoires des cellules du grand épiploon. — Dans le même ouvrage (7) sont consignées les premières données sur les modifications qui, sous l'influence de l'inflammation, se produisent dans les cellules épithéliales du grand épiploon, qui sont les analogues des cellules conjonctives et de la lame protoplasmique des cellules adipeuses : gonflement du protoplasma, multiplication du noyau, formation et mise en liberté de nouvelles cellules. Les travées du grand épiploon qui, sous l'influence d'une inflammation aiguë, avaient été dépouillées de leur revêtement épithélial, se recouvrent d'une nouvelle couche de cellules, lorsque le mouvement inflammatoire a disparu. Ces différents faits n'ont pas été observés chez l'homme, mais, dans différentes expériences, sur les animaux.

Tissu élastique. — Dans la gaîne lamelleuse des gros faisceaux

nerveux du chien adulte, on peut étudier facilement la formation des fibres et des lames élastiques. Il se produit d'abord des grains arrondis;



Formation des fibres et des lames élastiques dans la gaine lamelleuse des nerfs.

ces grains se soudent ensemble en série linéaire pour former des fibres, en masse pour former des lames (6) (8).

Altérations des fibres élastiques dans l'inflammation. — Sous l'influence d'un processus inflammatoire chronique, les lames et les fibres élastiques de la tunique moyenne de l'aorte se résolvent en grains analogues à ceux qui leur ont donné naissance. Un phénomène semblable s'observe dans le réseau élastique de la trame du poumon (en collaboration avec M. Cornil) (7) (50).

SYSTÈME CARTILAGINEUX

Lorsque l'on traite une coupe de cartilage par la solution d'iode iodurée, les cellules ratatinées dans l'intérieur des capsules sont colorées en brun, tandis que la substance fondamentale est presque incolore. Les cellules étant revenues sur elles-mêmes, on ne peut distinguer ni les noyaux, ni les gouttes de graisse qu'elles contiennent. Dans les cartilages examinés à l'état vivant, sans addition d'aucun réactif, la cellule, constituée par une masse de protoplasma, semble remplir complètement la capsule. Son noyau et les gouttelettes de graisse, quand elles existent, se montrent nettement. Si l'on ajoute de l'eau, les cellules reviennent peu à peu sur elles-mêmes, et le liquide additionnel pénètre dans les capsules.

Il y a une série de réactifs qui fixent les cellules de cartilage et ne déterminent pas leur retrait : l'acide picrique en solution concentrée, le nitrate d'argent $\frac{1}{1000}$, le sulfate de cuivre $\frac{10}{1000}$, l'alun $\frac{5}{1000}$ (39) (6).

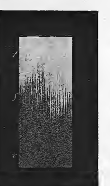
Tumeurs blanches (40). — La lésion la plus simple des cartilages articulaires se rencontre dans certaines tumeurs blanches tout à fait à leur début : les cellules de cartilages s'infiltrent de granulations graisseuses et meurent sur place. Il se produit ainsi une nécrose de toute une portion du cartilage articulaire qui se détache et flotte dans l'articulation.

Rhumatisme articulaire aigu. — Des lésions inflammatoires s'observent dans le cartilage des articulations atteintes de rhumatisme articulaire aigu (en collaboration avec M. Ollivier) (41). Ces lésions consistent dans la prolifération des cellules des couches superficielles du cartilage, dans une segmentation de la substance fondamentale qui, partant de la surface, atteint des couches plus ou moins profondes et amène le soulèvement de petits lambeaux. C'est là un état velvétique bien différent de celui qui avait été décrit jusqu'alors, et qui s'observe dans les formes chroniques du rhumatisme.

Arthrite sèche. — L'état velvétique est produit habituellement par la prolifération des cellules cartilagineuses et leur départ successif dans la cavité articulaire; la substance fondamentale persistant forme des filaments qui restent en continuité avec le cartilage de revêtement par leur extrémité profonde.

Le départ des cellules cartilagineuses dans la cavité articulaire, ainsi que l'a montré M. Ranvier, ne peut pas se produire sur les bords du cartilage qui sont recouverts par la membrane synoviale. Proliférant en ces points comme dans les autres, elles s'accumulent et donnent naissance aux ecchondroses d'abord et ensuite aux exostoses si caractéristiques de l'arthrite sèche. On a compris dès lors comment le même processus peut déterminer la disparition du cartilage diarthrodial dans ses parties centrales et l'édification de masses cartilagineuses, quelquefois très considérables, dans ses régions marginales (7).

Arthrite de l'infection purulente. — Les lésions des cartilages articulaires dans l'infection purulente sont celles d'une chondrite suraiguë : les capsules cartilagineuses agrandies contiennent des globules de pus, et la disparition du revêtement cartilagineux, qui est plus ou moins complète, se fait avec une très grande rapidité (74).



Union du tendon d'Achille et du calcanéum cartilagineux, étudiée à la lumière polarisée.

Rapports du tissu cartilagineux avec le tissu fibreux. — Chez les embryons et chez les jeunes sujets, avant l'achèvement du squelette osseux, la plupart des ligaments et des tendons semblent se fixer sur des pièces cartilagineuses.

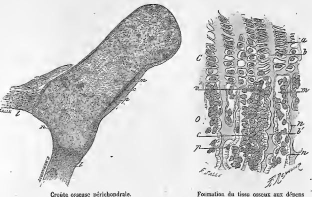
On peut facilement constater, sur des coupes passant par l'axe de ces ligaments et de ces tendons et comprenant le cartilage sous-jacent, que les fibres tendineuses ou ligamenteuses pénètrent profondément dans le tissu cartilagineux et se confondent peu à peu avec la substance fondamentale. L'examen de ces coupes à la lumière polarisée est tout à fait démonstratif, parce que les fibres connectives sont biréfringentes et que la substance cartilagineuse qui l'avoisine est monoréfringente. Ce fait a une grande importance, car il établit sur une base solide l'analogie des fibres connectives et de la substance fondamentale du cartilage (6) (48).

SYSTÈME OSSEUX

Développement du tissu osseux. — Les os, à l'origine, sont représentés par des pièces cartilagineuses ou par des lames fibreuses.

M. Ranvier s'est appliqué à démontrer que le processus d'ossification ne diffère pas essentiellement dans les deux cas (6) (48).

Dans les os cartilagineux, la première formation osseuse se montre sous la forme d'une lame extrêmement mince qui entoure la diaphyse des os



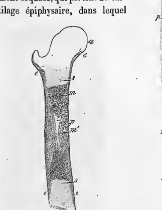
Croûte osseuse périchondrale.

Formation du tissu osseux aux dépens du cartilage.

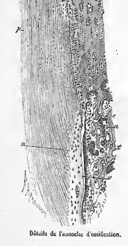
longs, *croûte osseuse périchondrale* de l'auteur. A ce moment, le cartilage diaphysaire est incrusté de sels calcaires, mais ne contient pas encore de vaisseaux. Plus tard, il se creuse de canaux vasculaires. Ces canaux s'avancent progressivement vers les épiphyses, en faisant disparaître des piles de capsules cartilagineuses qui sont parallèles à l'axe de l'os. Il reste entre les anses vasculaires des colonnes de substance cartilagineuse, *travées directrices* de l'auteur. Le long de ces travées, se forme la substance osseuse qui englobe des cellules médullaires. Celles-ci deviennent alors des cellules

osseuses. Les canalicules osseux sont ménagés dans la substance osseuse, au fur et à mesure qu'elle se forme.

Lorsque l'ossification est arrivée aux épiphyses, on peut facilement observer l'accroissement progressif de l'os, dit périostique. A son union à la diaphyse, l'épiphyse est creusée d'une rainure circulaire qui, sur une coupe, représente une encoche, *encoche d'ossification* de l'auteur (48). Dans cette encoche, se voient des fibres connectives, généralement arquées, qui partent du cartilage épiphysaire, dans lequel



Coupe de l'humérus en voie de développement, pour montrer l'os cartilagineux et l'os périostique avec les encoches d'ossification, *e*.



Détails de l'encoche d'ossification.

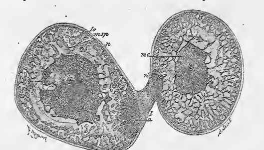
elles paraissent prendre naissance, et se poursuivent jusqu'à la croûte osseuse périchondrale avec laquelle elles se confondent : *fibres arciformes* de l'auteur. Ces fibres, dans l'ossification sous-périostique, jouent le même rôle que les travées directrices dans la formation de l'os cartilagineux; elles deviennent plus tard des fibres de Sharpey.

Dans le développement des os secondaires du crâne, qui se fait aux

dépens de lames fibreuses, il se produit des phénomènes en tous points semblables à ceux que l'on observe dans l'encoche d'ossification : le long de travées fibreuses, qui se confondent avec le tissu osseux dans le premier point d'ossification, se groupent des cellules, souvent polyédriques par pression réciproque, bien étudiées par M. Gegenbaur et auxquelles il a donné le nom d'ostéoblastes.

Les ostéoblastes sont des cellules médullaires qui se montrent aussi bien le long des travées directrices de l'os cartilagineux que le long des faisceaux fibreux de l'encoche d'ossification et des os secondaires du crâne (6).

Rapports des os avec les tendons et les ligaments. — Les ligaments et les tendons qui s'insèrent sur des pièces osseuses ne s'arrêtent pas à leur surface ; les faisceaux connectifs qui constituent ces



Coupe transversale du radius et du cubitus, pour montrer la pénétration des fibres du ligament interosseux dans l'intérieur des os.

ligaments ou ces tendons se poursuivent dans l'épaisseur de l'os et jusque dans ses couches profondes, au voisinage du canal médullaire, si l'observation porte sur la diaphyse d'un os long. Ce fait peut être reconnu avec la plus grande facilité dans les coupes des os en voie de développement (6).

Inflammation des os, ostéite phlegmoneuse diffuse, tuberculose des os. — Lorsque, sous l'influence du processus inflammatoire, il se produit une raréfaction de l'os par la formation de lacunes, lacunes d'Howship, ces lacunes sont tapissées de cellules

semblables à celles que l'on observe le long des travées directrices de l'ossification en général. Ce fait, annoncé par l'auteur (46), a été vérifié et étendu par M. Kölliker, qui a désigné ces éléments, ainsi que les myéloplaxes, sous le nom d'ostéoclastes ou d'ostéophages ; mais M. Ranvier pense que ce n'est point à l'action de ces éléments qu'il faut rattacher la résorption de la substance cartilagineuse infiltrée de sels calcaires dans le processus de l'ossification physiologique, dans les résorptions partielles du tissu osseux pendant le travail de modelage qui s'accomplit dans les os après leur développement et dans le travail de raréfaction de l'ostéite, mais aux vaisseaux sanguins qui agissent en petit à la manière des anévrysmes de la crosse de l'aorte pour produire l'usure et la perforation du sternum (48) (6).

Dans les inflammations suppuratives des os à marche rapide qui ont été désignées par les chirurgiens sous des noms différents, ostéomyélite (Chassagnac), ostéite juxta-épiphysaire (Gosselin), *ostéite phlegmoneuse diffuse*, alors que les espaces médullaires du tissu osseux et les canaux de Havers sont gorgés de pus, il ne se produit pas nécessairement de raréfaction du tissu osseux par la formation de lacunes de Howship; en outre des séquestres peuvent séjourner pendant des années au sein de l'organisme, dans un foyer purulent, sans qu'il se produise de raréfaction de la substance osseuse (7).

Donc, lorsque des bourgeons charnus développés au voisinage d'un os vivant ou nécrosé y déterminent une résorption partielle, il ne faut pas attribuer cette résorption à l'action du pus, mais au travail des bourgeons eux-mêmes, et vraisemblablement à celui des vaisseaux sanguins qu'ils contiennent.

Nélaton, qui examinait les lésions à l'œil nu seulement, avait décrit deux formes de tubercules des os : les tubercules proprement dits et l'infiltration tuberculeuse. Les auteurs allemands rattachèrent ces lésions à la carie. M. Ranvier, ayant à son tour soumis les os affectés de tuberculose à l'examen microscopique, a reconnu que les granulations tuberculeuses y sont précédées de lésions inflammatoires, et qu'elles s'y montrent sous deux formes : les granulations tuberculeuses isolées et les granulations tuberculeuses confluentes correspondant à une partie des lésions décrites par Nélaton sous le nom d'infiltration tuberculeuse des os. Depuis lors,

la notion des inflammations tuberculeuses précédant l'apparition des granulations et celle des granulations tuberculeuses confluentes a été appliquée à l'étude de la tuberculose des différents organes et a été généralement adoptée (46).

Lésions syphilitiques des os. — En outre des exostoses, des hyperostoses et des nécroses syphilitiques, bien connues des anatomopathologistes, M. Ranvier (45) a pu observer des ostéites gommeuses tout à fait à leur début et qui auraient pu être prises à l'œil nu pour des granulations tuberculeuses confluentes, mais qui en différaient par des caractères histologiques bien tranchés : la perméabilité des vaisseaux sanguins notamment.

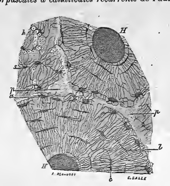
Chez les nouveau-nés syphilitiques, il a observé un retard de l'ossification, alors que le travail de la médullisation qui la précède se poursuivait, et le décollement consécutif des épiphyses (44). Ces lésions intéressantes ont été étudiées ensuite en Allemagne par M. Wegner et en France par Parrot. Il est bon de noter que les recherches de ces auteurs ont été bien postérieures à celles de M. Ranvier.

Cal. — Les histologistes qui se sont occupés de la formation du cal, Förster entre autres, dans son important traité d'anatomie pathologique, soutenaient que chez l'homme la pièce osseuse qui constitue le cal n'était pas précédée de la formation d'une masse cartilagineuse, tandis que chez les animaux le cal est cartilagineux avant d'être osseux.

M. Ranvier (42) (7) a montré que cette différence n'existe pas et que chez le lapin, chez le rat, comme chez l'homme, le cal est cartilagineux d'abord, pour devenir osseux ensuite, dans les fractures simples, c'est-à-dire non compliquées de plaies faisant communiquer le foyer de la fracture avec l'air ; tandis que l'ossification du cal est directe et immédiate si la fracture est accompagnée d'une plaie pénétrante. Le processus de l'ossification du cal ne diffère pas de celui qu'on peut observer dans le développement physiologique du tissu osseux, aux dépens du cartilage ou sous le périoste.

Structure du tissu osseux. — M. Ranvier (49) (6), ayant réussi par un procédé qui lui est spécial à remplir exactement de bleu d'aniline soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau, les corpuscules et les canalicules osseux, a constaté l'indépendance relative de l'appareil canali-

culaire appartenant à chaque système de Havers. A la limite de ces systèmes, les corpuscules osseux émettent des canalicules qui, pour la plupart, après un court trajet vers la périphérie, reviennent sur eux-mêmes pour s'anastomoser avec d'autres canalicules appartenant au même système. Ce sont là les *corpuscules à canalicules récurrents* de l'auteur.



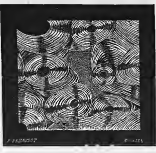
Fémur de l'homme. Injection des canalicules avec le bleu d'aniline.

Parmi les corpuscules que l'on peut observer dans un système de Havers, quelques-uns ont subi une atrésie assez complète pour constituer de simples lacunes, *confluents lacunaires* de l'auteur. Enfin, entre les différents systèmes de Havers se trouvent des systèmes intermédiaires dans lesquels on peut observer des fibres de Sharpey, dont l'origine a été indiquée dans le paragraphe consacré au développement du tissu osseux.

Entre les fibres de Sharpey, se montrent des corpuscules osseux. Les canalicules qu'ils émettent contournent les fibres de Sharpey, mais ne pénètrent jamais dans leur intérieur. On n'observe jamais de fibres de Sharpey dans les systèmes de Havers. Tous ces faits sont en rapport tellement intime avec ceux qui ont été exposés par l'auteur à propos du développement du tissu osseux, qu'il est absolument inutile d'en chercher ailleurs l'explication.

En ce qui regarde la substance osseuse comprise dans les systèmes de

Havers, M. Ranvier a trouvé qu'elle est constituée par deux espèces de lamelles qui, à la lumière polarisée, paraissent alternativement monoréfringentes et biréfringentes. A la lumière ordinaire, dans les préparations



Coupe transversale de la diaphyse du fémur de l'homme, examinée à la lumière polarisée, les deux nicols étant croisés.

faites en suivant le procédé indiqué par l'auteur (6), l'imbibition complète dans le baume du Canada sec, les lamelles biréfringentes paraissent homogènes, les monoréfringentes striées.

Ces observations déjà anciennes de M. Ranvier ont été le point de départ des recherches intéressantes de M. von Ebner sur la constitution fibrillaire des lamelles osseuses.

SYSTÈME VASCULAIRE

Cœur sanguin de la grenouille. — Pour étudier la disposition du cœur sanguin de la grenouille verte (*R. esculenta*), M. Ranvier (6) (5) a gonflé et fixé cet organe au moyen d'injections d'un liquide composé, à parties égales, d'acide osmique à 1 pour 100 et d'alcool ordinaire. En divisant ensuite l'organe par des sections méthodiques, on observe sans difficulté, mais en pratiquant l'examen sous l'eau, la *valvule hélicoïde* du bulbe aortique, qui remplace les valvules sigmoïdes des mammifères, et les deux valvules incomplètes de l'orifice auriculo-ventriculaire, auxquelles l'auteur a donné le nom de *collerettes*. Cette méthode permet également de reconnaître, au-dessous des collerettes, ce plateau musculaire duquel partent, en rayonnant vers la périphérie du ventricule, ces travées contractiles qui s'anastomosent les unes avec les autres pour constituer la masse spongieuse du ventricule. Cette méthode conduit aussi à une bonne observation du sinus sanguin, des rapports et de la forme des oreillettes, de la cloison qui les sépare et de la pointe qu'elle envoie dans le ventricule à travers à l'orifice auriculo-ventriculaire. Les deux nerfs cardiaques, colorés en noir par l'acide osmique, peuvent être suivis dans le sinus veineux et dans la cloison interauriculaire jusqu'au bord du ventricule. Par l'examen microscopique, on reconnaît sans difficulté les ganglions du sinus, ceux des oreillettes et ceux du ventricule. Les cellules ganglionnaires du sinus et des oreillettes émettent une fibre droite et une fibre spirale. La plupart des cellules du ganglion ventriculaire, ou ganglion de Bidder, ont la forme des cellules bipolaires ordinaires. Au delà des ganglions de Bidder, dont le siège est au niveau de l'orifice auriculo-ventriculaire, les fibres nerveuses se poursuivent dans le muscle



Cœur de *Rana esculenta*. fixé par l'acide osmique et l'alcool et ouvert pour montrer ses détails anatomiques.

cardiaque ; mais, comme cela était déjà connu, il ne leur est annexé aucune cellule nerveuse.

Pour déterminer le rôle des différents groupes de cellules nerveuses que l'on observe dans le cœur sanguin de la grenouille, M. Ranvier a d'abord constaté que la pointe du ventricule sectionnée au-dessous des ganglions auriculo-ventriculaires, excitée par un courant d'induction fréquemment interrompu, d'une intensité juste suffisante pour produire la contraction du muscle cardiaque, y détermine des mouvements rhytmiques. Eckardt avait déjà obtenu ce phénomène singulier au moyen d'un courant continu ; son expérience était tombée dans l'oubli, et M. Ranvier ne la connaissait pas lorsqu'il a exposé pour la première fois ses recherches dans un cours public de l'année 1875-1876.

Le ventricule séparé des oreillettes contient encore ses ganglions auriculo-ventriculaires ; il continue à battre ; mais bientôt ses battements se ralentissent, et au bout de quelques minutes ils sont complètement arrêtés. L'arrêt des battements persiste, à moins qu'on ne vienne à irriter mécaniquement ou par un courant d'induction interrompu les ganglions auriculo-ventriculaires ; les battements reprennent alors, puis ils se ralentissent et s'arrêtent de nouveau. On peut répéter l'expérience un grand nombre de fois.

Les oreillettes séparées du ventricule continuent à battre indéfiniment. Si l'on excite les cellules ganglionnaires qu'elles contiennent, elles s'arrêtent, puis reprennent peu à peu leurs battements.

Les cellules des ganglions auriculo-ventriculaires sont donc automotrices, mais seulement à la condition d'être excitées ; elles accumulent l'excitation qui leur est communiquée, mais elles cessent d'agir lorsque celle-ci est épuisée.

Lorsque le cœur a été détaché tout entier, le ventricule poursuit indéfiniment ses battements ; donc il y a dans l'oreillette des cellules qui communiquent au ganglion de Bidder l'excitation qui leur est nécessaire, l'emmagasinent et la transmettent peu à peu. L'oreillette contient des cellules automotrices pour elle-même, elle contient en outre des cellules d'arrêt pour le cœur tout entier ; car, comme on le sait surtout par les belles expériences de Stannius, il suffit d'exciter le cœur de la grenouille au niveau du sinus veineux pour déterminer en même temps l'arrêt des oreillettes et du ventricule (6) (5).

Structure des artères. — Comme on le sait, les artères sont composées de trois tuniques solidement unies : l'interne, formée d'un tissu conjonctif spécial, caractérisé par des cellules aplaties noyées dans une substance fibrillaire, la moyenne musculaire, l'externe constituée par les éléments du tissu conjonctif diffus.

A

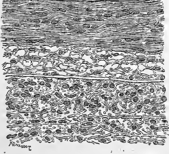
B

Cellules musculaires de la tunique moyenne de l'aorte du chien, isolées après macération dans l'alcool au tiers. Coloration au picro-carminate.

La tunique interne est séparée de la moyenne par la lame élastique interne. Il n'y a pas dans les artères, quel que soit leur calibre de membrane auquel il convienne de conserver les noms de membrane fenêtrée ou de membrane striée.

Dans les petites artères et les artères de moyen calibre, il n'y a qu'une lame élastique qui est la lame élastique interne. Dans l'aorte et la carotide, en dehors de la lame élastique interne, s'étagent une série de lames élastiques analogues à la première et qui sont disposées concentriquement dans toute l'épaisseur de la tunique moyenne.

Ces lames sont reliées les unes aux autres par des fibres élastiques, de telle sorte que la tunique moyenne est divisée en un grand nombre de petits compartiments dans lesquels sont contenues les cellules musculaires lisses.



Tunique interne de l'aorte de l'homme.

Ces cellules, ainsi que l'a montré M. Ranvier (6), prennent l'empreinte des paniers élastiques qui les contiennent, ce qui leur donne une forme bizarre et tout à fait caractéristique. Aujourd'hui un histologiste ne peut pas méconnaître une cellule musculaire isolée provenant de l'aorte ou de la carotide.

M. Ranvier a encore reconnu, dans l'aorte de l'homme, que la tunique

interne est formée de deux couches, les éléments de l'une ayant une direction générale perpendiculaire aux éléments de l'autre. Cette disposition assure la solidité et la résistance, sans nuire à l'élasticité.

Anévrysmes spontanés des artères. — On admettait avec Broca que les anévrysmes spontanés des artères sont vrais, mixtes externes ou mixtes internes : les premiers consistant en une dilatation de l'artère avec conservation de ses trois tuniques; les seconds, en une dilatation de la tunique externe seule, les tuniques interne et moyenne ayant disparu; les troisièmes, dans la disparition des tuniques externe et moyenne, la dilatation portant seulement sur la tunique interne.

MM. Ranvier et Cornil (50) (7) ont montré qu'aucune de ces espèces d'anévrysmes n'existait en réalité. On peut, en effet, constater facilement, à l'aide de l'observation microscopique, que, dans la paroi anévrysmale, la tunique moyenne seule fait défaut, et que les tuniques interne et externe modifiées y sont même quelquefois plus épaisses qu'à l'état normal.

La disparition de la tunique moyenne de l'aorte dans les anévrysmes est la conséquence d'un travail inflammatoire dont le point de départ est dans la tunique interne, endartérite. L'altération granulo-graisseuse des éléments musculaires et la fonte granuleuse des lames et des fibres élastiques amènent d'abord l'affaiblissement, puis la suppression de la solidité et de la résistance de la tunique moyenne contre la dilatation que tend à produire chaque ondée sanguine; lorsque la tunique moyenne, tunique musculaire et élastique, a disparu, plus rien ne s'oppose à la dilatation anévrysmale du vaisseau.

Quand la tunique moyenne n'existe plus, l'inflammation qui a débuté dans la tunique interne se poursuit dans la tunique externe, et celle-ci, sous l'influence du processus inflammatoire et de la pression sanguine qui maintenant s'exerce sans obstacle, prend les caractères de la tunique interne.

Ligature des artères. — Depuis les recherches expérimentales d'Ot. Weber, on croyait que l'oblitération définitive des artères, à la suite de la ligature, était produite par l'organisation du caillot. L'auteur, dans un ouvrage fait en collaboration avec M. Cornil (7), a montré que le caillot ne s'organise pas; il est remplacé par des bourgeons inflammatoires de la tunique interne et de la tunique externe de l'artère, la tunique moyenne ayant partiellement disparu. Ces bourgeons s'avancent dans le calibre de

l'artère, se vascularisent, se soudent entre eux et forment en définitive un bouchon solidement constitué, faisant corps avec les tuniques artérielles.

Valvules des veines. — Les valvules des veines ne sont pas formées par un simple pli de la tunique interne de ces vaisseaux. Au niveau de leur face interne, si l'on suppose la valvule relevée, on retrouve exactement la structure de la tunique interne du vaisseau, caractérisée par une couche élastique et du tissu conjonctif lamellaire sur lequel repose l'endothélium.

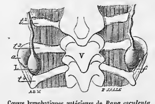


Valvule de la veine crurale de l'homme. Coupe longitudinale.

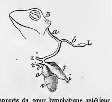
La face externe de la valvule, au lieu d'être lisse comme sa face interne, est fort inégale, et les saillies qu'on y observe sont produites par des faisceaux de tissu conjonctif ordinaire. La présence d'une couche élastique sur laquelle repose du tissu conjonctif lamelleux se retrouve dans toutes les valvules vasculaires, les valvules sigmoïdes, la mitrale et la tricuspide par exemple, sur celle de leurs faces qui est soumise aux frottements du courant sanguin. C'est donc là un caractère général et si bien déterminé que sur une coupe d'une valvule vasculaire quelconque on peut reconnaître son orientation. Lorsqu'une de ces valvules est atteinte par l'inflammation, celle-ci débute habituellement par celle de leurs faces qui est en rapport avec l'ondée sanguine (6).

SYSTÈME LYMPHATIQUE

Cœurs lymphatiques des batraciens et des reptiles. — Les cœurs lymphatiques postérieurs des batraciens sont situés dans l'épaisseur d'une cloison aponévrotique; les antérieurs sont compris dans une logette formée par une expansion latérale de l'apophyse transverse de la troisième vertèbre et le ligament intertransversaire qui la réunit à la quatrième (5) (6). On peut donc observer chez les batraciens; comme chez les ophidiens, la participation du squelette à la protection des cœurs lymphatiques; seulement la disposition observée par l'auteur chez la grenouille est bien rudimentaire, si on la compare à celle qui existe chez les ophidiens et qui a été si exactement décrite par Panizza.



Cœurs lymphatiques antérieurs de *Rana esculenta*. Rapports de ces cœurs avec le squelette.



Rapports du cœur lymphatique antérieur de la grenouille rousse (*R. fusca*) avec le système veineux.

Chez les grenouilles (*R. esculenta* et *R. fusca*), les cœurs lymphatiques antérieurs sont régulièrement ovoïdes, les postérieurs irrégulièrement prismatiques et, lorsqu'on ouvre ces derniers après les avoir préalablement fixés, on y observe un cloisonnement incomplet et dont la disposition est très variable; elle diffère même chez un animal dans les deux cœurs lymphatiques correspondants (5) (6).

La musculature des cœurs lymphatiques des batraciens et des reptiles est constituée par des faisceaux striés anastomosés, qui diffèrent essentiellement de ceux du cœur sanguin; ils ne sont pas formés de cellules mus-

culaires soudées bout à bout. Chez les reptiles, les nerfs s'y terminent par des plaques motrices (voir p. 22).

L'auteur a employé le premier la méthode graphique pour étudier les mouvements des cœurs lymphatiques (6) (3) ; il s'est servi pour cela d'un petit cardiographe de son invention. Il a pu constater ainsi que le curare paralyse progressivement les cœurs lymphatiques, et que la paralysie n'est pas précédée d'une période d'excitation.





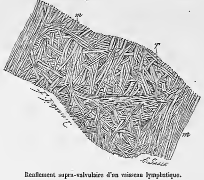
A et B. Les deux cœurs lymphatiques postérieurs (le gauche et le droit) d'une grenouille verte (*R. esculenta*), injectés de gélatine additionnée de nitrate d'argent, puis débarrassés de la gélatine et ouverts pour montrer leur disposition intérieure. *c*, cloisons; *p*, un des pores lymphatiques. — 8 diam.

L'auteur a encore observé qu'après avoir complètement enlevé le cerveau et la moelle épinière chez une grenouille, tous les cœurs lymphatiques ne sont pas nécessairement arrêtés; un ou plusieurs d'entre eux peuvent continuer à battre. Cela montre que les centres excito-moteurs des cœurs lymphatiques ne sont pas toujours dans la moelle épinière, et qu'il peut y avoir relativement au siège de ces centres de grandes différences individuelles. Cette expérience conduit à mettre en discussion les phénomènes physiologiques observés par les auteurs à la suite de la section des nerfs qui se rendent aux cœurs lymphatiques, par exemple la section du nerf coccygien pour les cœurs lymphatiques postérieurs de la grenouille verte.

Lorsque l'on injecte sous la peau de la grenouille, dans un des sacs lymphatiques qui la doublent, un liquide coloré, ce liquide se répand de proche en proche dans tous les sacs lymphatiques de l'animal, pénètre dans les cœurs lymphatiques par les pores décrits par l'auteur, et s'engage dans les veines afférentes et dans le système circulatoire sanguin. Il en résulte que l'on peut obtenir une injection vasculaire complète de la grenouille, en introduisant la canule d'un appareil à pression constante dans un des sacs lymphatiques sous-cutanés, ceux de la jambe ou de la cuisse par exemple.

Renflements supra-valvulaires des vaisseaux lymphatiques. — Chez les mammifères, il n'y a pas de cœurs lymphatiques proprement dits; mais les vaisseaux qui servent à la circulation de la

lymphe sont munis de valvules. Au-dessus de ces valvules qui affectent la disposition des sigmoïdes, mais qui ne sont qu'au nombre de deux, le

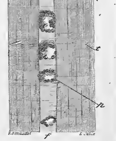


Renflement supra-valvulaire d'un vaisseau lymphatique.

vaisseau présente un renflement, *renflement supra-valvulaire* (6), au niveau duquel se trouvent des fibres musculaires lisses d'une orientation complexe. Il y a là une disposition analogue à celle d'un réseau myocardique.

Cette observation a conduit l'auteur à comparer les renflements supra-valvulaires des mammifères aux cœurs lymphatiques des batraciens et des ophidiens.

Communication des lymphatiques avec les cavités séreuses. — Chez la grenouille, la cavité pleuro-péritonéale communique largement avec le sac lymphatique rétro-péritonéal et par conséquent d'une manière indirecte avec tous les sacs lymphatiques de l'animal, qui représentent les vaisseaux lymphatiques des mammifères. Chez ces derniers, on observe des communications entre la cavité du péritoine et les lym-



Puits lymphatiques du centre phrénique.

phatiques, au niveau du centre phrénique. Il convient de rappeler à ce sujet la merveilleuse conception de Bichat sur l'ouverture des lymphatiques dans les cavités séreuses et les belles recherches de MM. Recklinghausen, Ludwig, Schweiger-Seidel et Dogiel.

Reprenant l'étude de la communication de la cavité péritonéale avec les lymphatiques du centre phrénique, l'auteur (6) a reconnu que cette communication ne se faisait pas par de simples pores, stomates intercellulaires, mais par de larges ouvertures auxquelles font suite des canaux courts aboutissants dans les lymphatiques intertendineux du centre phrénique. Il les a désignés sous le nom de *puits lymphatiques*.

CORNÉE

La cornée transparente de l'œil a été étudiée par la plnpart des histologistes. Précisément à cause de sa transparence, ils pensaient y trouver un objet favorable pour l'observation microscopique. Cependant, on avait reconnu que la cornée de la grenouille, examinée vivante encore dans l'humeur aqueuse, dès que l'on vient de faire la préparation, ne donne qu'une image extrêmement vague des différents éléments qui la composent; mais peu à peu, à mesure que le séjour de la membrane dans l'humeur aqueuse se prolonge, les cellules qui appartiennent à la charpente connective de la cornée se dessinent et finissent par apparaître très nettement.

Conditions de la transparence de la cornée. — L'auteur (4) (6) (70) a montré, par des expériences fort simples, la raison de ce phénomène. Si, dans une cornée normale et vivante, on ne distingue pas les cellules au milieu de la substance fibrillaire qui les entoure de toutes parts, c'est que cette substance et le protoplasma des cellules ont le même indice de réfraction; cet indice est supérieur à celui de l'eau. Lorsque la membrane a séjourné dans l'humeur aqueuse, la substance fibrillaire s'est imbibée, tandis que les cellules ont résisté à l'imbibition; celles-ci ont conservé leur réfringence, tandis que la réfringence de la substance qui les avoisine a diminué, et dès lors elles deviennent distinctes.

Les fibrilles de la substance fondamentale de la cornée ne sont pas rendues plus apparentes par l'action de l'eau, parce qu'elles sont très hygrométriques et restent toujours exactement appliquées les unes sur les autres, quelle que soit la quantité du liquide absorbé. Cette propriété remarquable détermine la transparence de la membrane.

Structure lamellaire de la cornée et fibres suturales. — La constitution lamellaire de la cornée se montre d'une façon admirable chez les plagiostomes. Les lames qui composent la cornée de ces animaux sont séparées les unes des autres par des cellules plates, et elles n'échangent pas de fibres entre elles, comme il arrive chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles.

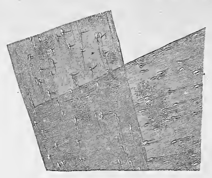
A la face antérieure de la cornée des plagiostomes, immédiatement au-dessous de l'épithélium antérieur, on observe une membrane anhiste épaisse, membrane de Bowmann, qui est tellement mince chez les mammifères, le cochon d'Inde et le lapin par exemple, qu'on a pu nier son existence. De la face profonde de la membrane de Bowmann se dégagent des fibres, *fibres suturales* de l'auteur (4) (6), qui traversent toute la cornée perpendiculairement à sa surface et vont se fixer à la face antérieure de la membrane de Descemet. La membrane de Bowmann et les fibres suturales qui en partent se colorent vivement par le carmin, résistent à l'action de l'acide acétique et de l'acide formique; ce sont les analogues des fibres annulaires et des fibres spirales du tissu conjonctif. L'observation de l'auteur sur les fibres suturales de la cornée des plagiostomes fait saisir la signification morphologique de la membrane de Bowmann, demeurée obscure jusque-là.

Coupe méridienne de la cornée de *Raja batis*, pour montrer les fibres suturales.

La membrane de Descemet a une tout autre signification; elle se colore autrement que la membrane de Bowmann sous l'influence du carmin et de l'hématoxyline. Elle présente en outre un caractère important : elle est fortement biréfringente dans les préparations montées dans le baume du Canada; elle est monoréfringente dans les préparations qui sont conservées dans l'eau (4).

Tubes de Bowmann. — Lorsqu'on pratique dans la cornée du bœuf, du cheval, de la grenouille, *cornées à cellules du type corpusculaire* de l'auteur, une injection interstitielle au moyen d'une canule à extrémité piquante, on voit se produire dans la membrane des figures singulières, formées comme par des tubes parallèles ou s'entre-croisant à angles droits ou à peu près droits. Cette expérience a été faite d'abord par

Bowmann ; c'est pour cela qu'on désigne sous le nom de tubes de Bowmann ces images singulières. L'auteur a montré que ces tubes ne correspondent pas à des canaux préformés, qu'ils se produisent non pas entre les lames de la cornée, mais dans l'épaisseur de ces lames, entre leurs éléments fibril-



Deux lames de la cornée de *Raja batis*. On y voit les fentes par lesquelles passent les fibres suturales.

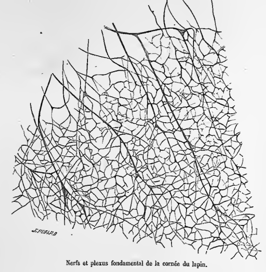
laires, simplement écartés par le liquide injecté, comme sont écartés les faisceaux du tissu conjonctif diffus pour former les boules d'œdème artificiel (voy. p. 50), comme sont écartées les fibres d'un faisceau nerveux dans l'injection de ce faisceau.

Si les tubes de Bowmann sont rectilignes et parallèles, c'est que les fibres qui composent une lame de la cornée sont elles-mêmes rectilignes et parallèles. Si les groupes que forment les tubes de Bowmann sont perpendiculaires entre eux, c'est que l'un des groupes s'est produit dans une des lames et le second dans la lame voisine, les fibres de deux lames superposées de la cornée faisant entre elles un angle droit (4).

Signification physiologique des nerfs de la cornée. — Les nerfs de la cornée entrent dans cette membrane au niveau de son bord et, chez le lapin, à l'union de son tiers antérieur avec ses deux tiers postérieurs ; ils se divisent, se subdivisent et viennent former un peu au-dessous de la membrane de Bowmann un plexus extrêmement riche,

plexus terminal des histologistes que l'auteur désigne sous le nom de *plexus fondamental*. Les fibres qui entrent dans la constitution de ce plexus sont tellement intriquées qu'il est impossible de suivre leur trajet par l'observation microscopique.

De la situation des branches nerveuses à leur entrée dans la cornée chez le lapin, il résulte qu'on peut, au moyen d'une incision circulaire, les



Nerfs et plexus fondamental de la cornée du lapin.

diviser toutes sans pénétrer dans la chambre antérieure de l'œil. A la suite de cette opération, la cornée a perdu toute trace de sensibilité; néanmoins elle reste transparente et ne subit aucun trouble trophique (4) (18) (17).

La conclusion directe à tirer de cette expérience est que, dans la cornée, il ne se trouve pas de terminaisons d'un nerf présidant à la nutrition de la membrane et dont la section entraînerait des troubles nutritifs.

Pour diviser le plexus fondamental, il n'est point nécessaire que l'incision soit aussi profonde que si l'on veut sectionner les branches nerveuses au niveau de leur entrée dans la membrane. Des incisions rectilignes, passant par un diamètre de la cornée ou par une des cordes de sa circonférence, ont donné des résultats qui permettent d'affirmer que les fibres nerveuses du plexus fondamental y suivent un trajet extrêmement simple, ne s'écartant pas ou s'écartant fort peu d'un rayon de la membrane, et que chacune de ces fibres conserve son individualité physiologique intégrale. Le plexus fondamental de la cornée n'est donc pas un réseau dans lequel les fibres nerveuses seraient fondues, mais il correspond à un simple lacis de ces fibres (4) (17) (18).

PEAU

Couche cornée de l'épiderme. — La couche cornée de l'épiderme, d'après une observation déjà ancienne de M. Langerhans, se colore en noir sous l'influence de l'acide osmique.

M. Ranvier a montré que l'acide osmique ne produit plus la coloration noire caractéristique de la couche cornée de l'épiderme, si le tissu a été complètement dégraissé au moyen de l'alcool ou de l'éther (6). L'infiltration de la couche cornée de l'épiderme par des matières graisseuses en fait un excellent vernis protecteur.

Eléidine. — Cette mince région de l'épiderme qui fait suite au corps muqueux de Malpighi, et que M. Langerhans a désignée sous le nom de *stratum granulosum*, est formée de deux ou trois rangées de cellules qui se colorent en rouge vif sous l'influence du picro-carminate d'ammoniaque, réactif de M. Ranvier.

Entre le *stratum granulosum* et la couche cornée se trouve une couche mince d'apparence homogène, le stratum lucidum. Les éléments qui la composent sont infiltrés d'une substance qui s'en exprime comme d'une éponge, qui a la consistance et la réfringence d'une huile essentielle et se colore aussi facilement et aussi vivement par le carmin que les granulations du *stratum granulosum*. Ces granulations et cette substance paraissent avoir la même constitution ; elles correspondent à l'*éléidine* de l'auteur (6) (56).

On ne trouve d'éléidine que chez les mammifères ; il n'y en a ni dans l'épiderme des oiseaux, des reptiles et des poissons, ni dans les plumes et les écailles de ces animaux. Tout au contraire, on trouve de l'éléidine dans le revêtement épithélial de la muqueuse buccale et de la langue d'un grand nombre de mammifères, et jusque dans l'épithélium de l'œsophage et dans celui du grand cul-de-sac de l'estomac du rat commun (*Mus decumanus*). Les cellules épithéliales qui concourent à la formation de l'ongle, de l'écorce et de l'épidermicule des poils n'en contiennent pas (56) (61) (62) (6).

Structure du corps muqueux de Malpighi. Analogie de la cellule épidermique, de la cellule de la névroglie et de la cellule nerveuse. — Les cellules du corps muqueux de

Malpighi émettent de nombreux prolongements qui se fondent avec des prolongements semblables émanés des cellules qui les avoisinent. Ce sont *les filaments d'union* de l'auteur. L'ensemble de ces filaments forme entre les cellules, sur des coupes de l'épiderme, quelle que soit leur orientation, une striation scalariforme dont presque tous les échelons paraissent perpendiculaires à la surface des cellules.

M. Schroen, qui a découvert cette striation, la considérait comme produite par des canaux poreux analogues à ceux que l'on observe dans les cellules végétales. Schultze pensa qu'elle était due à des piquants, à des sortes de dents dont les cellules seraient bérissées à leur surface, et qui s'engrèneraient avec les dents des cellules voisines. M. Bizzozero reconnut que les dents de Schultze ne s'engrènent pas; il pensa qu'elles se correspondent par leurs pointes, au niveau desquelles elles sont soudées.



Corps muqueux de Malpighi. Sa structure fibrillaire.

M. Ranvier a soutenu, en se fondant sur l'observation des cellules complètement isolées et sur celle des coupes du corps muqueux, qu'il n'y a pas de piquants dans le sens de Schultze; mais de véritables *filaments d'union* entre les cellules (57). Plus tard, poursuivant ses recherches sur le corps muqueux de Malpighi (60), à l'aide de méthodes perfectionnées et de microscopes très puissants, il a pu reconnaître que les filaments d'union correspondent à des fibres qui pénètrent dans les cellules et entrent dans leur constitution. Il soutient aujourd'hui que les cellules malpighiennes ont une structure fibrillaire et que le corps muqueux tout entier est constitué par un plexus fibreux dont chaque point nodal est occupé par le noyau et le protoplasma d'une cellule.

D'après des observations antérieures de l'auteur, les cellules de la névroglie ont une constitution fibrillaire qui n'est pas sans analogie avec

celle de la cellule malpighienne. Remak d'abord, Schultze ensuite, ont établi que la cellule ganglionnaire contient un lacis de fibrilles nerveuses qui s'en dégagent pour former ses prolongements protoplasmiques et son prolongement cylindraxile. La cellule du corps muqueux, la cellule de la névroglie et la cellule nerveuse ou ganglionnaire (60), procédant toutes trois du feuillet ectodermique de l'embryon, sont donc construites sur le même type, seulement les fibrilles, qui entrent dans leur constitution et qui s'en dégagent, ont des significations physiologiques bien différentes.

Organe de l'émail. Comparaison des cellules qui le composent avec les cellules du corps muqueux de Malpighi. — Le tissu adamantin qui compose l'organe de l'émail est formé de cellules irrégulièrement étoilées qui s'anastomosent les unes avec les autres par leurs prolongements. Ce tissu est un dérivé de l'épithélium pavimenteux stratifié qui recouvre les gencives de l'embryon. Sa signification morphologique, qui était fort obscure, se comprend aisément lorsque l'on connaît la structure du corps muqueux de Malpighi. Allongeons les filaments d'union, réduisons le corps de chaque cellule du corps muqueux de Malpighi, nous obtiendrons le tissu adamantin. (*Leçons inédites de l'auteur au Collège de France*, 1884.)

Glandes sudoripares. — Le tube sécréteur des glandes sudoripares est limité par une membrane amorphe à l'intérieur de laquelle on trouve une couche de cellules musculaires lisses disposées en spirale et, en dedans de celles-ci, une seule rangée de cellules glandulaires (58) (6) (7).

Les cellules musculaires, qui sont légèrement aplaties, présentent sur leur face externe une série de crêtes longitudinales ou parallèles à leur axe qui sont incrustées dans la membrane propre. Ces cellules musculaires, par leur siège, correspondent à des cellules épithéliales. Ce sont bien des cellules de l'ectoderme; elles proviennent, ainsi que les cellules glandulaires du bourgeon ectodermique de l'embryon, qui constituera la glande sudoripare.

Glandes sébacées. — Dans les grosses glandes sébacées de la face de l'homme, en outre des cellules glandulaires qui subissent l'évolution sébacée caractérisée par le dépôt progressif de granulations graisseuses dans leur intérieur et l'atrophie également progressive de leur protoplasma et de leur noyau, il y a d'autres cellules qui, comme les pre-

mières, dérivent des éléments cellulaires qui reposent sur la membrane propre de la glande, mais qui ne se chargent pas de granulations graisseuses, s'aplatissent et forment des cloisons dont la distribution et l'étendue sont variables.

Ce sont ces dernières cellules qui, dans le *Molluscum contagiosum*, se chargent d'éléidine, tandis que les cellules sébacées proprement dites subissent une transformation spéciale, transformation mucosique (6) (7).

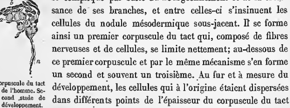
Corpuscules du tact du bec et de la langue du canard. — On observe, dans les papilles du bec et des coussinets de la langue du canard domestique, des corpuscules nerveux terminaux qui ont été découverts par Grandry. Cet histologiste n'avait pas déterminé le mode de terminaison des nerfs dans ces corpuscules. M. Merkel les a analysés avec plus de soin. Il a soutenu que chacune des cellules qui composent les corpuscules de Grandry reçoit une fibre nerveuse distincte et constitue une cellule nerveuse terminale. Généralisant ces premières données, il fut conduit à admettre l'existence de cellules tactiles analogues dans la peau de l'homme et des vertébrés en général. Cette hypothèse était séduisante. Pour la soutenir ou la combattre, il importait de soumettre d'abord les corpuscules de Grandry à une analyse complète. C'est ce qu'a essayé de faire M. Ranvier. Dans une note (15) publiée à l'Académie des sciences en 1877, il a montré qu'à des corpuscules de Grandry formés de deux cellules il arrivait une seule fibre nerveuse qui, s'insinuant entre ces deux cellules, formait entre elles un disque terminal. Il reconnut en outre que ces cellules présentent une structure particulière caractérisée par des stries perpendiculaires aux disques tactiles. Lorsqu'un corpuscule de Grandry est formé par trois cellules, on y observe deux *disques tactiles;* chaque disque est toujours compris exactement entre deux cellules.

Corpuscules du tact du bec et de la langue du canard domestique.

MM. Axel Key et Retzius sont arrivés de leur côté, d'une manière tout à fait indépendante, à reconnaître l'existence des disques tactiles dans les corpuscules de Grandry.

Corpuscules du tact de l'homme. — Au lieu d'étudier seulement, comme l'avaient fait les histologistes qui l'ont précédé, les corpuscules du tact complètement formés, M. Ranvier (19) (6) les a suivis depuis leur origine jusqu'à leur édification définitive. Il put ainsi déterminer leur structure. Dans les premières semaines qui suivent la naissance, on trouve, dans la peau des doigts, des fibres nerveuses qui cheminent dans les papilles et qui au voisinage de leur sommet se divisent et se subdivisent pour former une arborisation dont chaque branche se termine par une extrémité légèrement renflée.

A l'origine, il n'y a pas d'éléments cellulaires entre les branches de cette arborisation terminale, mais, au-dessous d'elle, on observe un îlot de cellules arrondies d'origine mésodermique. Peu à peu l'arborisation terminale se complique par suite du bourgeonnement et de la croissance de ses branches, et entre celles-ci s'insinuent les cellules du nodule mésodermique sous-jacent. Il se forme ainsi un premier corpuscule du tact qui, composé de fibres nerveuses et de cellules, se limite nettement; au-dessous de ce premier corpuscule et par le même mécanisme s'en forme un second et souvent un troisième. Au fur et à mesure du développement, les cellules qui à l'origine étaient dispersées dans différents points de l'épaisseur du corpuscule du tact sont refoulées à la périphérie, et les régions centrales de ce petit organe sont occupées simplement par les branches de l'arborisation terminale primitive, repliées, contournées de mille façons et des expansions des cellules marginales.



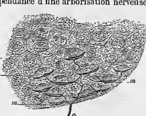
Corpuscule du tact de l'homme. Second stade de développement.

Les dernières branches de l'arborisation nerveuse ne se terminent pas dans les cellules, mais entre celles-ci par des extrémités libres.

Ménisques tactiles. — Dans les bouchons épidermiques du groin du cochon, au milieu des cellules épithéliales ordinaires, on en rencontre d'autres qui ont été découvertes par M. Merkel et qui ont été considérées par cet auteur comme des cellules nerveuses terminales. Ces cellules, cellules tactiles, d'après les recherches de M. Ranvier (6), paraissent avoir une tout autre signification. Si l'on suit les fibres nerveuses à myéline qui s'avancent des profondeurs du derme vers les bouchons épidermiques munis de cellules tactiles, on les voit pénétrer entre les cel-

lules épithéliales et se diviser; leurs branches, après avoir décrit un trajet le plus souvent sinueux, atteignent les cellules tactiles et, en même temps qu'elles s'étalent, forment au-dessous de chacune d'elles un ménisque concave convexe qui en embrasse la face inférieure comme une sorte de cupule.

Ces ménisques, *ménisques tactiles*, dont la concavité regarde toujours la face libre de l'épiderme, sont une dépendance d'une arborisation nerveuse terminale dont les branches s'anastomosent les unes avec les autres pour former un plexus plus ou moins compliqué.



Ménisques tactiles du groin du cochon.

Les poils tactiles n'existent pas chez l'homme; ils se rencontrent chez presque tous les mammifères et forment les moustaches du chien, du chat, de la souris, etc. Les nerfs, après traversé la membrane vitrée, pénètrent dans la gaîne épithéliale externe de ces poils et y forment un grand nombre de ménisques tactiles dont la concavité, regardant en bas et un peu en dehors, embrasse des cellules tactiles.

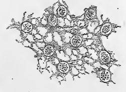
Ces ménisques sont reliés les uns aux autres par des branches anastomotiques; ils se trouvent ainsi compris dans une arborisation ou plexus terminal qui peut être considérée comme une expansion ultime des fibres nerveuses.

Terminaisons nerveuses hédériformes de la peau de l'homme. — Dans la pulpe des doigts de l'homme, au voisinage du canal excréteur des glandes sudoripares, l'auteur a vu des fibres à myéline qui, après s'être contournées d'une manière variée, atteignent le bouchon interpapillaire élargi où le canal excréteur de la glande débouche dans l'épiderme. Ces fibres perdent leur myéline et, se divisant et se subdivisant, forment une arborisation d'une grande élégance qui couvre de ses branches la surface du derme et dont les derniers rameaux se terminent par des ménisques tactiles. Comme l'ensemble de ces terminaisons nerveuses rappelle par ses dispositions un lierre rampant à la surface d'une muraille, l'auteur leur a donné le nom de terminaisons hédériformes (6) (59).

ORGANES DES SENS

Muqueuse olfactive. — Eckardt fut le premier qui distingua dans l'épithélium de la muqueuse olfactive proprement dite deux espèces de cellules. Plus tard, Schultze montra que les cellules fusiformes d'Eckardt sont des cellules sensorielles, tandis que les autres sont des cellules épithéliales. Il donna aux premières le nom de cellules olfactives et émit l'hypothèse qu'elles sont en continuité avec les fibres du nerf olfactif par leur prolongement central. Des histologistes beaucoup moins habiles crurent avoir observé ce que Schultze n'avait pas pu voir et qu'il avait admis seulement sous forme d'hypothèse : la continuité des fibres du nerf olfactif avec les cellules olfactives.

M. Ranvier a montré que le revêtement épithélial de la muqueuse olfactive contient trois espèces d'éléments cellulaires : les cellules olfactives, les cellules de soutènement et les cellules basales. Les cellules de soutènement correspondent aux cellules épithéliales de Schultze; les *cellules basales*, qui forment la couche profonde de l'épithélium, sont étoilées et anastomosées les unes avec les autres par leurs prolongements. Cette disposition rappelle celle qu'affectent les cellules du corps muqueux de l'épiderme et les cellules stellaires de l'organe adamantin.

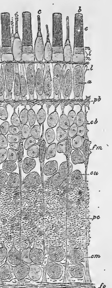

Réseau des cellules basales de la muqueuse olfactive.

Les branches du nerf olfactif, après avoir traversé la membrane basale, s'engagent entre les cellules basales et forment au-dessus d'elles un plexus compliqué : *plexus basal* de l'auteur. Le prolongement central des cellules olfactives est en rapport de continuité avec les fibres du plexus basal; mais il paraît impossible, au moins dans les conditions actuelles de la technique histologique, de suivre une fibre du nerf olfactif dans son trajet complexe à travers le plexus basal jusqu'au prolongement central d'une cellule olfactive (6).

Rétine. — La connaissance des cellules basales et du plexus basal

de la muqueuse olfactive éclaire singulièrement la structure de la rétine.

Les fibres de Müller ne sont autre chose que des cellules du névro-épithélium primitif dont les diverses expansions servent à soutenir les éléments délicats de la membrane; aussi convient-il de désigner ces fibres sous le nom de *cellules de soutènement de la rétine;* seulement il y a entre les cellules de soutènement de la rétine et les cellules de soutènement de l'organe olfactif une différence importante. Tandis que les cellules de soutènement de la muqueuse olfactive sont entièrement contenues dans le névro-épithélium, celles de la rétine se poursuivent au delà jusqu'à la limitante interne qu'elles concourent à former.



Rétine du triton (*Trito cristatus*).

Dans la rétine comme dans la muqueuse olfactive, on trouve des cellules basales. Ces cellules forment une simple couche chez les mammifères, en général, deux couches chez les poissons, où elles ont été découvertes par Henri Müller; elles sont radiées et anastomosées les unes avec les autres, comme les cellules basales de la muqueuse olfactive. En général, au-dessus d'elles (en dehors, la rétine étant considérée en place) se trouve un plexus basal analogue au plexus basal de la muqueuse olfactive. Les cellules et le plexus appartiennent au névro-épithélium primitif de la rétine, ainsi que toutes les parties qui sont situées au-dessus (en dehors, la rétine étant considérée en place).

Tout ce qui est en dessous, à l'exception des cellules de soutènement, appartient à la couche cérébrale de la rétine. Parmi les différentes couches de la rétine, il y en a quatre que les auteurs désignaient sous le nom de couche des grains externes, couche granuleuse externe, couche des grains

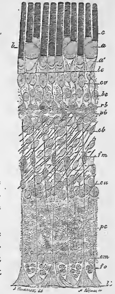
internes, couche granuleuse interne. La confusion que ces dénominations jetaient dans l'esprit et une analyse minutieuse, poursuivie pendant longtemps sur la rétine des différents vertébrés, batraciens, sauriens, poissons, oiseaux et mammifères, a conduit M. Ranvier à une nouvelle nomenclature. En laissant de côté l'épithélium pigmenté de la rétine qui en forme la couche externe, il admet les dix couches principales suivantes :

Couche limitante interne:
Couche des fibres du nerf optique;
Couche des cellules multipolaires;
Plexus cérébral;
Couche des cellules unipolaires;
Couche des cellules bipolaires;
Couche basale, formée des cellules basales et du plexus basal;
Couche des cellules visuelles;
Membrane limitante externe;
Cônes et bâtonnets.

L'avantage de cette nomenclature consiste surtout en ce que la dénomination de chaque couche est en rapport avec sa signification morphologique et physiologique, de telle sorte qu'elle correspond à une description sommaire de la rétine, et qu'une fois admise, il est ensuite facile d'examiner en détail les divers points de la structure de la membrane. Ainsi les dernières fibres du nerf optique viennent se perdre chacune dans une des cellules multipolaires et en forment le prolongement cylindraxile. Les prolongements protoplasmiques des cellules multipolaires viennent se perdre dans le plexus cérébral en dehors duquel se trouve une couche formée par plusieurs rangées de cellules nerveuses unipolaires dont le prolongement vient également se perdre dans le plexus cérébral. De ce plexus partent des fibres nerveuses qui se rendent au névro-épithélium de la rétine; sur leur trajet, elles rencontrent les cellules bipolaires, puis atteignent le plexus basal. Les cellules visuelles, qui sont les analogues des cellules olfactives, ont un prolongement central qui est en rapport avec le plexus basal et un prolongement périphérique surmonté d'un cône ou d'un bâtonnet. Il est donc impossible, comme ont soutenu l'avoir fait quelques histologistes, de suivre une fibre nerveuse du nerf optique à travers toute la rétine jusqu'à une cellule visuelle; car sur son trajet se trouvent

deux plexus complexes, le plexus cérébral et le plexus basal, et deux cellules nerveuses ou ganglionnaires, les cellules multipolaires et les cellules bipolaires, avec lesquelles elles ont des rapports intimes, mais dont la nature a échappé jusqu'à présent à tous les observateurs (6).

Rouge rétinien. — Fr. Boll a découvert le rouge rétinien. Lorsque l'on examine à plat et par sa face externe la rétine d'une grenouille, rapidement étalée sur une lame de verre, on observe que la plupart des bâtonnets sont rouges; que quelques-uns d'entre eux sont verts; que ces colorations s'effacent rapidement sous l'influence de la lumière; que cette coloration est spéciale aux bâtonnets. Les cônes sont incolores, d'après l'observation de M. Kühne. C'est ainsi que, dans la tache jaune de l'homme et des quadrumanes, où il n'existe que des cônes, il n'y a pas de rouge rétinien. Il n'y en a pas non plus dans la rétine des animaux, qui ne contient que des cônes (6).



Rétine du gecko (*Platydactylus muralis*).

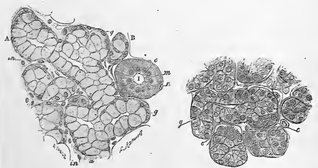
M. Ranvier a observé que dans la rétine de la salamandre maculée (*Salamandra maculosa*) et de la salamandrine (*Salamandrina perspillata*) tous les bâtonnets sont rouges, et qu'il n'y a pas de bâtonnets verts.

Dans la rétine du gecko commun (*Platydactylus muralis*) on observe de gros bâtonnets simples et, rangés à côté, des éléments associés deux par deux qui rappellent les cônes doubles des poissons. Ces éléments renferment du rouge rétinien comme les bâtonnets simples; ce sont donc des bâtonnets doubles, si toutefois on admet avec M. Kühne que le membre externe des cônes ne contient pas d'érythropsine. Du reste les bâtonnets doubles du gecko n'affectent pas du tout la forme des cônes doubles des poissons et des cônes en général. Ce sont donc bien des bâtonnets doubles (6).

SYSTÈME GLANDULAIRE

Glandes muqueuses. Mécanisme de leur sécrétion. — En 1867, M. Heidenhain, se fondant sur les expériences de Ludwig et de Claude Bernard, a cherché à déterminer le mécanisme de la sécrétion de la glande sous-maxillaire du chien en examinant au microscope cette glande, après l'avoir fait abondamment sécréter par l'excitation électrique de la corde du tympan. Cet examen l'a conduit à soutenir que le produit de sécrétion était constitué par les cellules muqueuses de la glande expulsées tout entières des acini. Après leur départ, elles seraient remplacées par les cellules granuleuses qui occupent le fond des culs-de-sac et qui constituent les croissants de Gianuzzi.

M. Ranvier (55) a repris les observations microscopiques de la glande sous-maxillaire du chien, excitée par l'intermédiaire de son nerf, et il a reconnu que les conclusions de M. Heidenhain étaient inexactes.



Glande sous-maxillaire du chien, à l'état de repos. Glande sous-maxillaire du chien, après excitation prolongée.

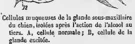
Les cellules muqueuses des acini de la glande, même après une sécrétion très prolongée, sont en place; leur mucus seul s'échappe au dehors, et leur noyau et leur protoplasma subissent un accroissement très marqué.

Depuis cette époque, M. Heidenhain a adopté à peu près complètement cette manière de voir; il admet aujourd'hui que, dans la sécrétion physiologique des glandes muqueuses et de la plupart des autres glandes, il n'y a pas un départ de la cellule tout entière, mais seulement du produit qu'elle a élaboré dans son intérieur.

M. Ranvier (5), poursuivant ses recherches sur la sécrétion des cellules muqueuses, a cherché une membrane contenant des cellules de cette espèce et assez mince pour qu'on puisse l'examiner à plat à l'aide de forts grossissements.

La portion de la muqueuse buccale qui, chez la grenouille, recouvre le sac lymphatique rétrolingual est d'une minceur extrême; son revêtement épithélial est formé de cellules à cils vibratiles et de cellules caliciformes. Examinées vivantes dans le sérum du sang, les cellules caliciformes s'y montrent comme autant de globes réfringents. Cette réfringence est due au mucigène qu'elles contiennent. Dans la plupart de ces cellules, on observe des vacuoles qui généralement sont situées au voisinage de leur noyau dans le protoplasma qui l'entoure et dont quelques-unes occupent les travées protoplasmiques qui sillonnent le mucigène. Ces vacuoles, probablement sous l'influence de l'activité du protoplasma, changent de forme et d'étendue; on les voit également se déplacer; quelques-unes disparaissent par le fait d'une atrésie progressive dont on peut suivre les différentes phases, tandis que d'autres se montrent dans d'autres régions de la cellule. Ces faits établissent qu'il se produit, dans le protoplasma des cellules muqueuses caliciformes, un travail moteur analogue à celui que l'on observe dans les cellules végétales et dans les cellules amiboïdes des animaux.




Cellules muqueuses de la glande sous-maxillaire du chien, isolées après l'action de l'alcool au tiers. A, cellule normale; B, cellule de la glande excitée.

Si l'on vient à exciter, par un courant d'induction interrompu, la muqueuse du sac rétrolingual placée sur un porte-objet électrique, on voit les cellules caliciformes situées sur le trajet du courant subir des modifications importantes. Les vacuoles qui existaient s'agrandissent; il s'en forme de nouvelles dans leur voisinage, qui s'agrandissent aussi; ces différentes vacuoles arrivent à se toucher, puis elles se confondent, et finalement,

si l'excitation a été assez intense et assez longue, la vacuolisation se complète; tout le mucigène disparaît. Ces phénomènes qui, dans la muqueuse du sac rétrolingual de la grenouille, peuvent être facilement saisis, se produisent sans doute dans les cellules muqueuses des glandes, en particulier dans les cellules de la sous-maxillaire du chien.

C'est donc dans l'activité motrice du protoplasma qu'il faut chercher le mécanisme intime de la sécrétion glandulaire et le mouvement qui, dans les glandes salivaires, amène la secrétion peut être produit par l'action d'un nerf centrifuge, comme la contraction d'un muscle et la décharge d'un organe électrique. Il y a donc au moins trois espèces de nerfs moteurs : les moteurs musculaires, les moteurs électriques et les moteurs glandulaires.

Atrophie de la glande sous-maxillaire du chien à la suite de la ligature de son canal excréteur. — Dans la première édition du *Manuel d'Histologie pathologique* de MM. Cornil et Ranvier (7) on trouvera la première observation relative à l'atrophie des



Glande sous-maxillaire du chien après la ligature de son canal excréteur.

glandes par suite de la ligature de leur canal excréteur. Depuis cette époque, d'autres expérimentateurs ont beaucoup étendu ces recherches, et il convient de rappeler à ce propos les résultats importants obtenus par M. Charcot par la ligature du canal cholédoque dans l'étude des cirrhoses.

A la suite de la ligature du canal de Wharton, chez le chien, la glande sous-maxillaire subit une atrophie progressive. Les culs-de-sac glandulaires et les canaux qui leur font suite sont tapissés de cellules semblables et il n'y a plus à distinguer dans cette glande les différentes espèces de cellules si caractéristiques qui la composent; il n'y a plus ni les croissants de Gianuzzi, ni les cellules muqueuses, ni les cellules striées des canaux excréteurs. Entre les culs-de-sac glandulaires, revenus sur eux-mêmes et tapissés d'une couche de cellules épithéliales sans caractère distinctif et d'apparence embryonnaire, se trouve du tissu conjonctif de nouvelle formation.

CELLULES LYMPHATIQUES

Glycogène dans les cellules lymphatiques et dans les autres cellules animales. — Les cellules de la lymphe et les globules blancs du sang, qui ne sont autres que des cellules lymphatiques, contiennent du glycogène (6). Cette substance n'y est pas déposée sous forme de granulations distinctes; elle s'y montre à l'état de diffusion dans toute l'étendue de la cellule ou seulement dans une région de celle-ci. Sous l'influence du sérum fortement iodé, la matière glycogène s'échappe de la cellule lymphatique sous forme d'excroissances ou de gouttes présentant la coloration caractéristique du glycogène et qui peu à peu se dissolvent dans le liquide additionnel.

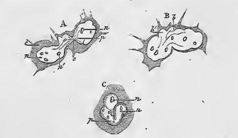
Tous les éléments cellulaires qui contiennent du glycogène à l'état physiologique, cellule du foie de l'adulte, différentes espèces de cellules chez l'embryon, à l'état pathologique, cellules des sarcomes, épithéliomes, carcinomes, soumises, tout à fait fraîches, vivantes encore pour ainsi dire, à l'action du sérum fortement iodé, montrent, comme les cellules lymphatiques, des excroissances de glycogène qui se fondent dans le liquide additionnel en formant un nuage à coloration caractéristique.

Dans les cellules du foie (5), le glycogène paraît occuper seulement les mailles d'un réseau protoplasmique extrêmement serré, à travées fines qui s'étendent depuis le noyau jusqu'à la surface de la cellule limitée par une couche continue de protoplasma. Il est probable que dans toutes les cellules, comme dans celles du foie, le glycogène n'occupe pas les travées du réticulum protoplasmique, mais seulement les mailles qu'elles limitent.

Chez les embryons du bœuf, du mouton, du cochon, les cellules de l'épiderme sont remplies de glycogène; mais celles qui constituent l'ongle proprement dit n'en contiennent pas. On a confondu les couches épithéliales qui recouvrent l'ongle chez l'embryon avec l'ongle lui-même. Ces couches épithéliales contiennent non seulement du glycogène, mais encore de l'éléidine en grande quantité, tandis que l'ongle qui est enfoncé dans cette couche épidermique ne renferme ni glycogène, ni éléidine (6).

Noyaux des cellules lymphatiques. — Lorsque les cellules lymphatiques sont mortes lentement, elles contiennent un ou plusieurs noyaux sphériques; mais si on les tue rapidement au moyen d'un liquide fixateur, on constate qu'elles renferment le plus souvent un seul noyau allongé en forme de boudin et plus ou moins replié sur lui-même (69) (6).

Modifications de forme des noyaux des cellules lymphatiques vivantes et multiplication de ces cellules. — Chez les vertébrés en général, les cellules lymphatiques vivantes, en pleine activité amiboïde, ne laissent pas voir les noyaux qu'elles contiennent; c'est pour cela sans doute que quelques histologistes, Charles Robin en particulier, avaient nié l'existence des noyaux dans les cellules lymphatiques. La raison pour laquelle on ne distingue pas les noyaux des cellules lymphatiques vivantes est fort simple. Le noyau et le protoplasma



Cellules lymphatiques de l'axolotl (*Siredon pisciformis*) : A et B, vivantes; C, après l'action de l'alcool au tiers.

qui l'entoure ont à peu près le même indice de réfraction; ils sont également incolores; par conséquent on ne peut pas les distinguer l'un de l'autre. Mais il est un animal, l'axolotl du Mexique (*Siredon pisciformis*), chez lequel le protoplasma des cellules lymphatiques a un indice de réfraction inférieur à celui du noyau. L'auteur, après avoir observé ces propriétés singulières, a pu reconnaître que l'activité amiboïde des cellules lymphatiques se traduit non seulement par des expansions périphériques, mais encore par des mouvements intérieurs qui amènent des modifications con-

sidérables dans la forme des noyaux. Ceux-ci comprimés, tantôt dans une direction, tantôt dans une autre, s'allongent, sont étranglés à certains points, tandis que dans d'autres il s'y produit des bosselures. Le travail intérieur du protoplasma est extrêmement actif, et, lorsque l'on observe assez longtemps une cellule lymphatique qui en est le théâtre, on peut assister à sa division, toujours précédée de celle du noyau, sans qu'il s'y produise des phénomènes karyokinétiques. La multiplication des cellules lymphatiques par division directe, observée par M. Ranvier (6), a été constatée par M. Flemming qui, comme on le sait, a fait de la karyokinèse ou division indirecte des cellules une étude très approfondie.

Depuis que M. Ranvier a montré la forme des noyaux des cellules amiboïdes vivantes ou fixées rapidement par les réactifs, les histologistes ont pu déterminer d'une manière certaine la présence des cellules migratrices au sein des tissus. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer les anciens dessins à ceux que l'on publie aujourd'hui.

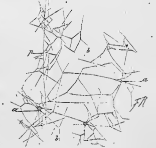
SANG

Globules rouges. — Les gobules rouges du sang sont limités par une membrane. Cette membrane se laisse traverser par des corpuscules et se referme exactement après leur avoir donné passage. Au moyen de l'alcool au tiers, réactif dissociateur introduit par l'auteur dans la technique histologique, on détermine souvent l'issu des noyaux contenus dans les globules rouges de la grenouille. Ces globules se transforment alors en vésicules dont la membrane limitante est très nettement dessinée. Cette membrane se colore vivement sous l'influence du rouge d'aniline, et, lorsque le noyau du globule l'a traversée, on ne peut y observer aucune perte de substance, comme trace de son passage (6) (69).

Les noyaux des globules rouges des batraciens contiennent un ou deux nucléoles; on constate ce détail de structure, qui a une signification morphologique importante, en faisant agir sur les globules l'alcool au tiers d'une manière méthodique et progressive (69).

Chez le protée (*P. anguinus*), on peut observer des globules rouges à deux noyaux (69).

Mode de formation de la fibrine dans la coagulation du sang. — On avait bien reconnu que les caillots sanguins, formés en dehors de l'organisme ou dans l'organisme lui-même, contiennent des fibrilles; mais on n'avait observé ni le rapport de ces fibrilles entre elles, ni leur mode de formation. L'auteur sachant, avec tous les physiologistes, que la fibrine résiste au lavage et, ayant reconnu qu'elle se colore très vivement sous l'influence du rouge d'aniline (sulfate ou acétate de rosaniline), a eu l'idée d'étendre une goutte de sang sous une lamelle de verre, d'attendre la coa-



Réticulum fibrineux du sang de l'homme.

gulation, d'enlever la lamelle, de laver à l'eau distillée pour chasser tous les éléments cellulaires du sang, et de colorer le réticulum fibrineux avec le rouge d'aniline (71) (6). Il a pu constater ainsi que les fibrilles partent en rayonnant de granulations anguleuses et forment des sortes de rosaces. Il s'agit là d'une disposition qui n'est pas très différente de celle de certaines cristallisations. Ayant acquis ces notions, il a repris l'examen des préparations de sang frais telles qu'on les fait d'habitude; il a pu reconnaître sans difficulté que la granulation qui sert de centre à chaque rosace de fibrine est une des granulations élémentaires qui se trouvent en si grande abondance dans le sérum du sang entre les globules rouges et les globules blancs.

Ce sont ces éléments, connus bien avant lui, décrits et figurés par l'auteur dans son traité technique, qui, dans ces derniers temps, ont été désignés sous le nom d'hématoblastes par M. Hayem, et de plaquettes par M. Bizzozero.

Développement des vaisseaux sanguins et des globules rouges du sang. — A l'époque où l'on croyait que les cellules du tissu conjonctif étaient creuses et constituaient, en s'anastomosant les unes avec les autres, un vaste système canaliculé destiné à la circulation du plasma, M. Kölliker, ayant examiné l'expansion membraneuse de la queue des têtards, avait cru reconnaître que les vaisseaux sanguins donnent naissance à des expansions fines canaliculées se continuant avec les prolongements également canaliculés des cellules connectives.

M. Golubew, plus tard, admit que les expansions fines des capillaires découvertes par M. Kölliker, pointes d'accroissement, ne se continuent pas avec les cellules connectives, qu'elles sont formées par du protoplasma, qu'elles sont pleines d'abord et se creusent ensuite pour livrer passage aux globules sanguins. Plus récemment, M. Rouget est arrivé aux mêmes conclusions, et il a désigné les pointes d'accroissement de M. Golubew sous le nom de cordons angioplastiques.

Des recherches de M. Golubew et de M. Rouget il résultait que le développement des vaisseaux sanguins, après leur première formation, se faisait par expansion des vaisseaux déjà existants.

M. Ranvier (52) a montré que les phénomènes observés par MM. Golubew et Rouget sont relatifs non pas au développement proprement dit des vais-

seaux, mais à leur accroissement. Il a pris comme objet d'études le grand épiploon du lapin, membrane vasculaire à peine formée au moment de la naissance et qui prend peu à peu l'extension considérable qu'on lui connaît. Il a fait d'abord l'examen de l'appareil vasculaire de cette membrane chez l'adulte, s'appuyant sur cette considération qu'il faut connaître la structure d'un organe complètement formé avant d'en étudier le développement. Il y a observé des taches arrondies qu'il a désignées sous le nom de *taches laiteuses*. Ces taches sont formées d'un amas de cellules qui n'est



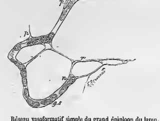
Réseau vasculaire du grand épiploon du lapin adulte.

pas sans analogie avec un follicule lymphatique. Il y a des taches laiteuses vasculaires et des taches laiteuses dépourvues de vaisseaux. Les premières possèdent un réseau capillaire d'une grande élégance auquel arrivent généralement une artériole et une veinule. Tandis que les capillaires succèdent aux artérioles sans ligne de démarcation franche, ils se limitent nettement du côté de la veine parce que celle-ci se termine par une sorte d'ampoule dans laquelle ils viennent se jeter individuellement. On peut observer, dans la distribution des vaisseaux du grand épiploon, des variétés, voire même des aberrations de forme, sur lesquelles il est inutile de revenir ici.

Chez les jeunes, il y a des taches laiteuses contenant un réseau capillaire complet canaliculé qui n'est pas en rapport avec le système vasculaire général et dont les branches renferment des globules rouges. Il n'est encore

arrivé à ces réseaux ni artérioles ni veinules. D'autres taches laiteuses contiennent un réseau capillaire dont les branches ne sont pas encore canaliculées et ne contiennent pas de globules rouges du sang.

Un réseau capillaire indépendant des taches laiteuses peut se former aux dépens d'une seule cellule, *cellule vasoformative* de l'auteur. La cellule vasoformative émet des expansions protoplasmiques qui s'anastomosent les unes avec les autres et édifient progressivement le réseau capillaire (52) (6).



Réseau vasoformatif simple du grand épiploon du lapin.

Les cellules vasoformatives, même tout à fait simples encore, peuvent contenir au sein de leur protoplasma, à côté de leur noyau, des globules rouges du sang, et ces globules semblent s'y former par une simple différenciation, comme les grains d'amidon dans les cellules végétales.

Dans les cellules vasoformatives et dans les réseaux capillaires indépendants des taches laiteuses, l'auteur n'a jamais vu de cellules lymphatiques à côté des globules rouges. Ces globules entrent dans la circulation générale lorsque les artérioles et les veinules, par suite de leur expansion, expansion qui se fait par le mécanisme indiqué par M. Golubew dans la queue des têtards, arrivent à se mettre en rapport avec les branches des réseaux capillaires de nouvelle formation.

Les faits que MM. Kölliker, Golubew et Rouget ont observés relativement à la formation du système vasculaire constituent des phénomènes d'accroissement. Le développement proprement dit des capillaires, dans le grand épiploon du lapin, est nettement discontinu, comme du reste dans l'aire vasculaire des oiseaux, où l'on connaissait depuis longtemps les îlots sanguins de Pander.

SECTION IV

OUVRAGES ET LEÇONS PUBLIÉS

1. Leçons d'anatomie générale faites au Collège de France sur le système musculaire pendant l'année 1875-1876.

(1 vol. in-8°, 466 pages.)

2. Leçons sur l'histologie du système nerveux, faites au Collège de France pendant l'année 1876-1877.

(2 vol. in-8°, 732 pages.)

3. Leçons d'anatomie générale faites au Collège de France pendant l'année 1877-1878. — Appareils nerveux terminaux des muscles de la vie organique, cœur sanguin, cœurs lymphatiques, œsophage, muscles lisses.

(1 vol. in-8°, 530 pages.)

4. Leçons d'anatomie générale faites au Collège de France, pendant l'année 1878-1879. — Terminaisons nerveuses sensitives. Cornée.

(1 vol. in-8, 447 pages.)

5. Leçons d'anatomie générale sur le système glandulaire, professées au Collège de France pendant l'année 1883-1884. — Glandes salivaires, pancréas, foie.

(*Journal de micrographie*, 1883 et 1884.

6. Traité technique d'histologie, 1875-1882.

(1 vol. in-8°, 976 pages. Cet ouvrage a été traduit en allemand et en russe.)

7. Manuel d'histologie pathologique, en collaboration avec M. Cornil.

Première édition, in-18. { 1er vol., 1869, 648 pages. / 2e vol., 1876, 617 pages.
Deuxième édition, in-8°. { 1er vol., 1881, 756 pages. / 2e vol., 1884, 922 pages.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

8. Contributions à l'histologie et à la physiologie des nerfs périphériques.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 13 novembre 1871.)

9. Recherches sur l'histologie et la physiologie des nerfs.
(*Arch. de physiol.*, mars 1872.)

10. De la dégénérescence des nerfs après leur section.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 30 décembre 1872.)

11. De la régénération des nerfs sectionnés.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 24 février 1873.)

12. Sur les éléments conjonctifs de la moelle épinière.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 1er décembre 1873.)

13. Des tubes nerveux en T et de leurs relations avec les cellules ganglionnaires.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 20 février 1875.)

14. Sur les terminaisons nerveuses dans les lames électriques de la torpille.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 20 décembre 1875.)

15. De la terminaison des nerfs dans les corpuscules du tact.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 26 novembre 1877.)

16. De la méthode de l'or et de la terminaison des nerfs dans les muscles lisses.
(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 6 mai 1878.)

17. De la régénération des nerfs de l'épithélium antérieur de la cornée et de la théorie du développement continu du système nerveux.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 12 mai 1879.)

18. Recherches expérimentales sur la signification physiologique du plexus nerveux terminal de la cornée.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 26 mai 1879.)

19. Nouvelles recherches sur les organes du tact.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 27 décembre 1880.)

20. De la névroglie.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 5 juin 1882.)

21. Des modifications de structure qu'éprouvent les tubes nerveux en passant des racines dans la moelle épinière.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 27 novembre 1882.)

22. Sur les ganglions cérébro-spinaux.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 4 décembre 1882.)

23. De la névroglie.

(Archives de physiologie, 15 février 1883.)

24. Propriétés et structure différentes des muscles rouges et des muscles blancs chez les lapins et chez les raies.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 3 novembre 1873.)

25. Du spectre musculaire.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 1er juin 1874.)

26. De quelques faits relatifs à l'histologie et à la physiologie des muscles striés.

(Archives de physiologie, 1874.)

27. Note sur les muscles de la nageoire dorsale de l'hippocampe.

(Archives de physiologie, 1874.)

28. Du spectre produit par les muscles striés.

(Archives de physiologie, 1874.)

29. Structure des fibres musculaires striées.

(*Traité d'histologie et d'histochimie de Frey*. 1re édit. française, annotations de M. Ranvier.)

30. Des cellules du tissu conjonctif.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 21 juin 1869.)

31. Recherches expérimentales sur la production de l'œdème.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 20 décembre 1869.)

32. Des lésions du tissu conjonctif lâche (tissu cellulaire) dans l'œdème.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 10 juillet 1871.)

33. Recherches sur la formation des mailles du grand épiploon.

(*Archives de physiologie*, 1874.)

34. Des éléments cellulaires des tendons et du tissu conjonctif lâche.

(*Archives de physiologie*, juillet 1869.)

35. Nouvelles recherches sur la structure et le développement des tendons.

(*Archives de physiologie*, 1874.)

36. Étude du carcinome à l'aide de l'imprégnation d'argent.

(*Archives de physiologie*, 1868.)

37. Préparation du tissu osseux et cartilagineux.

(*Journal de la physiologie*, 1863.)

38. Des applications de la purpurine à l'histologie.

(*Archives de physiologie*, 1874.)

39. De quelques points relatifs à la préparation et aux propriétés des cellules du cartilage.

(*Journal de l'anatomie et de la physiologie*, 1863-65.)

40. Altérations histologiques des cartilages dans les tumeurs blanches.

(*Société anatomique*, 1865.)

41. Histologie des arthropathies et de l'encéphalopathie rhumatismales. En collaboration avec M. Ollivier.

(Société de biologie, 1865.)

42. Considérations sur le développement du tissu osseux et sur les lésions élémentaires des cartilages et des os.

(Thèse inaugurale, 1865.)

43. Syphilis viscérale et osseuse.

(Société de biologie, 1866.)

44. Syphilis congénitale; périhépatite syphilitique; gommes du foie et décollement des épiphyses.

(Société de biologie, 1864.)

45. Sur un cas de tumeur lymphatique des os.

(Journal de l'anatomie, 1867.)

46. De l'ostéite, de la carie et des tubercules des os.

(Archives de physiologie, 1868.)

47. De l'acide picrique dans la technique microscopique.

(Archives de physiologie, 1868.)

48. Quelques faits relatifs au développement du tissu osseux.

(Cpt. rend. Ac. des sc., 10 novembre 1875.)

49. Des préparations du tissu osseux avec le bleu d'aniline insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool.

(Archives de physiologie, 1875.)

50. Histologie normale et pathologique de la tunique interne de l'aorte et de l'endocarde. En collaboration avec M. Cornil.

(Archives de physiologie, 1868.)

51. Note sur les vaisseaux sanguins et la circulation dans les muscles rouges.

(Archives de physiologie, 1874.)

52. Du développement et de l'accroissement des vaisseaux sanguins.

(Archives de physiologie, 1874.)

53. Article CAPILLAIRES du *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, t. VI, 1866.

54. De l'emploi de l'alcool dilué en histologie.

(*Archives de physiologie*, 1874.)

55. Sur les glandes salivaires.

(*Traité d'histologie de Frey*. Traduction Spillmann, 1871, Annotations de M. Ranvier, p. 457 et p. 587.)

56. Sur une substance nouvelle de l'épiderme et sur le processus de kératinisation du revêtement épidermique.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 30 juin 1879.)

57. Nouvelles recherches sur le mode d'union des cellules du corps muqueux de Malpighi.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 20 octobre 1874.)

58. Sur la structure des glandes sudoripares.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 29 décembre 1874.)

59. De la terminaison des nerfs dans l'épiderme.

(*Quarterly journal of microscopical science*, t. XX, p. 457)

60. Sur la structure des cellules du corps muqueux de Malpighi.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 26 décembre 1882.)

61. De l'existence et de la distribution de l'éléidine dans la muqueuse bucco-œsophagienne des mammifères.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 10 décembre 1883.)

62. De l'éléidine et de la répartition de cette substance dans la peau, la muqueuse buccale et la muqueuse œsophagienne des vertébrés.

(*Archives de physiologie*, 1884.)

63. Sur les corpuscules à couches concentriques du thymus.

(Frey, *Traité d'histologie*. 1re édit. française. Notes de M. Ranvier, p. 515.)

64. Note sur un cas de kyste athéromateux du rein.

(*Journal de l'anatomie et de la physiologie*, 1867.)

65. Altérations du rein dans l'empoisonnement par le phosphore.

(*Journal de l'anatomie et de la physiologie*, 1867.)

66. Article ÉPITHÉLIUMS du *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, t. XIII, 1870.

67. Développement histologique des tumeurs épithéliales. En collaboration avec M. Cornil.

(*Journal de l'anatomie et de la physiologie*, 1865.)

68. Du pemphigus des enfants nouveau-nés. En collaboration avec M. Ollivier.

(Mémoire couronné par l'Académie de médecine, 1862.)

69. Recherches sur les éléments du sang.

(*Archives de physiologie*, 1875.)

70. Sur les propriétés vitales des cellules et sur l'apparition de leurs noyaux après la mort.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 4 août 1879.)

71. Du mode de formation de la fibrine dans la coagulation du sang.

(*Société de biologie*, 1873.)

72. Observations de leucocythémie. En collaboration avec M. Ollivier.

(*Société de biologie*, 1867, et trois mémoires dans les *Archives de physiologie*, 1869.)

75. Recherches sur l'action du phosphore sur les tissus vivants.

(*Société de biologie*, 1866.)

74. Sur l'infection purulente.

(*Lyon médical*, 28 mai 1871.)

75. Des étranglements annulaires et des segments interannulaires chez les raies et les torpilles.

(*Cpt. rend. Ac. des sc.*, 4 novembre 1872.)

SECTION V

TRAVAUX

FAITS DANS LE LABORATOIRE D'HISTOLOGIE DU COLLÈGE DE FRANCE

DIRIGÉ PAR M. RANVIER

9 volumes

Les mémoires de M. Ranvier qui sont insérés dans ces volumes figurent dans la section précédente.

Mémoire sur la couche endothéliale sous-épithéliale des membranes muqueuses, par M. Debove.

Nouveaux procédés de micrométrie, par M. L. Malassez.

Nouvelle méthode de numération des globules rouges et des globules blancs du sang, par M. L. Malassez.

Métrite interne villeuse (*Endometritis villosa*), par M. Kr. Slavianski.

Note sur le champignon de la pelade, par M. L. Malassez.

Recherches anatomiques sur l'érysipèle et les œdèmes de la peau, par M. J. Renaut.

Note sur le champignon du pityriasis simple, par M. L. Malassez.

Note sur l'anatomie pathologique de l'alopécie pityriasique, par M. L. Malassez.

Recherches sur les globules du lait, M. DE SINÉTY.

Note sur les noyaux des muscles striés chez la grenouille, par M. E. WEBER.

Rétinite leucocythémique, par M. F. PONCET.

De l'influence des préparations mercurielles sur la richesse du sang en globules rouges et en globules blancs, par M. WILBOUCHEWICH.

Nouveaux procédés pour les imprégnations à l'argent, par M. ALFEROW.

Nouveaux procédés pour apprécier la masse totale du sang, par M. L. MALASSEZ.

Cataracte pyramidale (anatomie pathologique), par M. F. PONCET.

Étude expérimentale sur la congestion du foie, par M. TERRILLON.

De l'influence du curare sur la quantité de la lymphe et l'émigration des globules blancs du sang, par M. TARCHANOFF.

Note sur un cas de maladie kystique du testicule, par M. L. MALASSEZ.

Recherches sur quelques variations que présente la masse totale du sang, par M. L. MALASSEZ.

Des prétendus canaux qui feraient communiquer les vaisseaux sanguins et lymphatiques, par M. J. TARCHANOFF.

Recherches sur la mamelle des enfants nouveau-nés, par M. DE SINÉTY.

Nouveau moyen d'arrêter le cœur de la grenouille, par M. J. TARCHANOFF.

Recherches sur l'ovaire du fœtus et de l'enfant nouveau-né, par M. DE SINÉTY.

Recherches sur les variations du nombre des globules blancs dans le sang veineux de l'oreille du lapin sous l'influence de la section du sympathique, de la compression des veines et des excitations inflammatoires, MM. W. NICATI et J. TARCHANOFF.

Recherches sur le mode de distribution des fibres nerveuses dans les nerfs optiques et dans la rétine, par M. W. NICATI.

Recherches anatomiques sur le tissu élastique des os, par M. J. RENAUT.

Recherches critiques et histologiques sur la terminaison des nerfs dans la conjonctive, par M. F. PONCET.

Note sur l'effet de l'électrisation du sang des têtards sur les mouvements des granulations vitellines contenues dans les globules rouges, par M. TARCHANOFF.

Recherches histologiques sur les trachées de l'*Hydrophilus piceus*, par M. CH. SEDGWICH-MINOT.

Note sur le siège et la structure des granulations tuberculeuses du testicule, par M. L. MALASSEZ.

Anatomie microscopique de l'oviducte de la cistude d'Europe, par M. F. LATASTE.

Recherches sur l'origine des éléments cellulaires dans l'endartérite de l'aorte, par M. STROGANOW.

Recherches sur l'existence des canaux lymphatiques dans la tunique interne de l'aorte de l'homme, par M. STROGANOW.

Étude histologique sur la cavité utérine après la parturition, par M. DE SINÉTY.

Examen histologique d'un cas de cancer encéphaloïde du poumon (épithélioma), par M. L. MALASSEZ.

Examen des organes génitaux d'une hystérique, par M. DE SINÉTY.

Sur les diverses méthodes de dosage de l'hémoglobine et sur un nouveau colorimètre, par M. L. MALASSEZ.

Note sur le spectre du picrocarminate d'ammoniaque, par M. L. MALASSEZ.

Application des propriétés électives de l'éosine soluble dans l'eau à l'étude du tissu conjonctif, par M. J. RENAUT.

De la structure et des fonctions du cœur des crustacés, par M. J. DOGIEL.

Sur la richesse en hémoglobine des globules rouges du sang, par M. L. MALASSEZ.

Contribution à l'étude des lésions histologiques du foie consécutives à la ligature du canal cholédoque. Altérations des cellules hépatiques, par M. E. Chambard.

Sur la structure, l'origine et le développement des kystes de l'ovaire, par MM. de Sinéty et Malassez.

Note sur la structure et la signification morphologique des glandes stomacales de la cistude d'Europe, par MM. V. Motta-Maïa et J. Renaut.

Note sur la mesure des grossissements microscopiques, par M. L. Malassez.

Sur les tumeurs à myéloplaxes (sarcomes angioplastiques), par MM. L. Malassez et Ch. Monod.

Corrections des déformations produites par les chambres claires de Milne Edwards et de Nachet, par M. L. Malassez.

Recherches histologiques et physiologiques sur les noctiluques, par M. W. Vignal.

Sur les terminaisons nerveuses dans les muscles striés, par M. S. Tschiriew.

De la mensuration de l'épiderme dans les différentes parties du corps humain, et des rapports entre son épaisseur et la sensibilité électro-cutanée, par M. V. Drosdoff.

Recherches expérimentales sur l'atrophie du testicule consécutive aux contusions de cet organe, par M. Rigal.

Étude sur la physiologie des nerfs des muscles striés, par M. S. Tschiriew.

Note sur un cas de cancer primitif de la peau (carcinome réticulé), par M. E. Chambard.

Lésions de la moelle épinière et de la peau dans un cas de lèpre anesthésique, par M. S. Tschiriew.

Des formes anatomiques du xanthélasma cutané, par M. E. Chambard.

Tuberculose des séreuses et du poumon. Pseudotuberculose expérimentale, par M. H. Martin.

De la disposition en piles qu'affectent les globules rouges du sang, par MM. Weber et Suchard.

Recherches histologiques sur la structure des membranes synoviales, par M. Soubbotine.

Recherches expérimentales sur l'anatomie pathologique de l'épididymite consécutive à l'inflammation du canal déférent, par MM. Malassez et Terrillon.

Nouvelles recherches sur la tuberculose spontanée et expérimentale des séreuses. — Tuberculose et scrofulose, par M. H. Martin.

Recherches expérimentales sur la formation du cal et sur les modifications des tissus dans les pseudarthroses, par MM. Rigal et Vignal.

Méthode pour apprécier la qualité infectieuse des microbes et leur propagation dans l'organisme, par M. Soubbotine.

Recherches sur l'appareil ganglionnaire du cœur des vertébrés, par M. Vignal.

Terminaison des nerfs dans les muscles du corps de la sangsue, par M. G. Armauer-Hansen.

Contribution à l'étude de l'ostéite destructive, par M. Morisani.

Sur les lésions histologiques de la syphilis testiculaire, par MM. Malassez et Reclus.

Sur l'origine et la formation des globules rouges dans la moelle des os, par M. Malassez.

De la distinction du sang de l'homme et celui des mammifères, par M. Vibert.

Recherches expérimentales sur la contusion du testicule, par MM. Terrillon et Suchard.

Études histochimiques sur les tubes nerveux à myéline, par MM. Waldstein et Weber.

Des modifications et de la disparition du *stratum granulosum* de l'épiderme dans quelques maladies de la peau, par M. Suchard.

Sur les perfectionnements les plus récents apportés aux appareils hémo-

chromométriques et sur deux nouveaux hémochromomètres, par M. L. Malassez.

Des modifications des cellules de la matrice et du lit de l'ongle dans quelques cas pathologiques, par M. Suchard.

Recherches sur la structure de la fibre musculaire striée et sur les analogies de structure et de fonctions entre le tissu musculaire et les cellules à bâtonnets (protoplasma strié), par M. H. Martin.

Recherches sur le nombre des globules rouges dans les vaisseaux du foie, par M. Nicolaïdès.

Note sur l'anatomie et l'histologie de la moelle du môle (*Orthagoriscus mola*), par M. Vignal.

Mémoire sur la structure histologique du système nerveux de quelques invertébrés, par M. Vignal.

Sur le cylindrome, par M. L. Malassez.

Sur le développement des tubes nerveux chez les embryons de mammifères, par M. W. Vignal.

Accroissement en longueur des tubes nerveux, par la formation de segments intercalaires, par M. W. Vignal.

Tuberculose zooglæïque, forme ou espèce de tuberculose sans bacilles, par MM. L. Malassez et Vignal.

Sur le micro-organisme de la tuberculose zooglæïque, par MM. L. Malassez et Vignal.

Sur le développement des éléments de la moelle des mammifères, par M. W. Vignal.

Sur les chambres claires en général et sur une chambre claire à 45°, par M. L. Malassez.

Recherches sur la structure des corpuscules nerveux terminaux de la conjonctive et des organes génitaux, par M. E. Suchard.

Microtome de Roy perfectionné, par M. L. Malassez.

Sur l'existence d'amas épithéliaux autour de la racine des dents chez l'homme adulte et à l'état normal (débris épithéliaux paradentaires), par M. Malassez.

Sur le rôle des débris épithéliaux paradentaire, 1re partie, par M. Malassez.

Chambre chaude à régulateur direct pour le microscope, par M. Vignal.

Kyste ganglionnaire du cou, par M. Albarran.

13538. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.